

Ex Libris

No. 459

SIR WILLIAM CROOKES, D.Sc., F.R.S..









Revue générale
des Sciences

pures et appliquées

TOME SEIZIÈME



Revue générale
des Sciences
pures et appliquées

PARAISANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

DIRECTEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

TOME SEIZIÈME

1905

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

Librairie Armand Colin

5, rue de Mézières, Paris



1960

1960

1960

1960

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Les Prix Nobel. — La distribution des Prix Nobel a eu lieu le mois dernier à Stockholm en présence du roi de Suède.

La science anglaise a été tout particulièrement honorée en la personne de deux de ses plus illustres représentants : Lord Rayleigh, qui a reçu le prix de Physique, et Sir William Ramsay, auquel a été décerné le prix de Chimie. L'œuvre de ces deux savants est trop connue pour que nous ayons besoin de la rappeler ; tous nos lecteurs applaudiront à la juste distinction qui vient d'être accordée à de si importants travaux.

Le prix pour la Physiologie a été décerné au Professeur Pawlow, de Saint-Petersbourg, dont les belles recherches sur la digestion ont fait époque dans cette branche de nos connaissances.

§ 2. — Astronomie

Les canaux de Mars. — On sait la difficulté d'affirmer l'objectivité de phénomènes tels que les canaux de Mars¹. M. P. Lowell n'avait-il pas trouvé des canaux sur Vénus, pour constater, quelque temps après, qu'ils avaient leur origine dans sa propre rétine.

Mauder a soutenu que les canaux de Mars, tels que Schiaparelli les dessine, sont l'intégration sur la rétine de détails superficiels trop faibles pour être observés isolément ; Waiss a décrit, devant la *Royal Astronomical Society*, les expériences qu'il fit pour vérifier cette assertion : différents jeunes gens sont mis en présence de dessins figurant Mars, avec des taches. En s'éloignant, on voit successivement les taches s'agréger en deux, cinq canaux, et, plus loin encore, on ne distingue plus rien.

C'est là un mode d'expérimenter fort ingénieux, qui demanderait à être varié de toutes façons, et généralisé ; et voilà une canalisation très compliquée qui devient problématique pour notre voisin.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Les derniers progrès des locomotives à vapeur et électriques. — Dans un intéressant Mémoire présenté récemment à l'*Institution of Mechanical Engineers* de Londres, M. Ed. Sauvage a mis au point l'importante question des locomotives compound et fait ressortir, en particulier, les avantages généraux acquis par l'emploi déjà suffisamment étendu et prolongé de ces locomotives.

D'après M. Sauvage, ces locomotives auraient permis d'augmenter d'environ un tiers la charge des trains sans augmentation de la dépense de combustible ; sous une autre forme, l'emploi des compound aurait permis d'augmenter le trafic d'un service donné d'un quart sans augmenter le nombre des locomotives, la dépense de charbon et le personnel. Ce sont là des résultats généraux de la plus haute importance et qui justifient pleinement l'emploi de plus en plus général des locomotives compound, du moins pour les grands services. Au point de vue mécanique, ces locomotives présentent l'avantage d'une moindre fatigue de leurs organes, telle que leur entretien ne coûte pas plus cher que celui des locomotives simples, bien que le nombre des pièces y soit considérablement augmenté. Elles utilisent aussi mieux la détente de la vapeur à haute pression (15 atmosphères) actuellement adoptée, et permettent de réaliser ainsi des marches prolongées à grandes vitesses et très économiques ; c'est ainsi que les locomotives compound type « Atlantic » du chemin de fer d'Orléans ont pu, dans des essais signalés par M. Sauvage, remorquer, sur des longueurs de 120 kilomètres et à la vitesse de 100 kilomètres, des trains de 350 tonnes, non compris la locomotive, en développant des puissances allant jusqu'à 1.800 chevaux, avec une vaporisation d'environ 8 kilogrammes par kilogramme de charbon et une dépense d'eau d'environ 11 kilogrammes par cheval indiqué, résultats des plus remarquables pour une machine aussi active. Ces résultats seront probablement encore améliorés par l'addition de la surchauffe au compoundage.

La locomotive à vapeur est toujours suivie de très près, dans son remarquable progrès, par sa rivale, la *locomotive électrique* — 1 ne s'agit pas, bien entendu,

¹ Voir, à ce sujet, les deux Notes précédemment publiées dans la *Revue*, t. XIV, p. 529 et 841.

des vitesses extrêmes de 210 kilomètres à l'heure, réalisées en Allemagne sur la ligne d'expériences de Marienfeld-Zossen, ni de tours de force extraordinaires, mais de locomotives pratiques, en service courant, comme celles qui fonctionnent à Paris sur l'entrée de la ligne d'Orléans, et dont le service est aussi régulier et sûr qu'on peut le désirer. Comme exemple récent de ces locomotives, on peut signaler, d'après une communication de M. G. Richard à la *Société d'Encouragement*, celle du *New-York Central*, du type Sprague, construite par la *General Electric Co*, de 93 tonnes et de 2.500 à 3.000 chevaux suivant le groupement des dynamos, à 4 essieux moteurs attaqués chacun directement par une dynamo de 700 chevaux sous 625 volts; prise du courant par trois rails, poids adhérent 67 tonnes, roues motrices de 1^m,12; effort de traction normal : 10.000 kilogrammes. Cette locomotive a remorqué facilement aux essais des charges nettes de 330 tonnes, à la vitesse de 100 kilomètres. C'est un type remarquablement simple et puissant. Il semble, d'ailleurs, que la puissance des locomotives électriques puisse être poussée bien plus loin que celle des locomotives à vapeur, limitée par leur chaudière, et l'on a déjà réalisé de ces types d'une puissance tout à fait exceptionnelle, telle que les locomotives de 160 tonnes du tunnel de Baltimore, de sorte que l'on peut dire que, si la locomotive électrique est encore bien loin de pouvoir prétendre supplanter sa rivale sur les grandes lignes en général, elle semble devoir s'imposer bientôt dans certains cas de services courts et très chargés, dans les longs tunnels, en un mot, comme un suppléant local et spécialisé des locomotives à vapeur.

Nouvelles machines frigorifiques à affinité. — L'industrie des machines frigorifiques, qui, depuis quelques années, était à peu près stationnaire, vient d'effectuer un progrès assez considérable pour être signalé ici.

Les machines à affinité, ces anciens appareils qui étaient presque abandonnés, délaissés, en présence de leurs plus jeunes concurrents, les machines à compression, — lesquelles paraissent offrir de plus grands avantages, — viennent de réapparaître, mais transformées, perfectionnées.

On sait, en effet, que les machines destinées à la production du froid ou de la glace se divisent en deux groupes :

1° Les unes, dites à *affinité* ou *absorption*, fonctionnent au moyen d'une dissolution de gaz ammoniac dans l'eau. On chauffe cette dissolution; le gaz s'en dégage, et, sous l'influence de ce dégagement continu et de la pression qu'il produit, l'ammoniac gazeux va se liquéfier dans un récipient refroidi par un courant d'eau. C'est la gazéification ultérieure de cet ammoniac liquide qui produira le froid ou la glace.

2° Dans les autres machines, dites à *compression*, la liquéfaction du gaz n'est pas déterminée, comme précédemment, par l'action directe des molécules de gaz agissant les unes sur les autres sous leur propre pres-

sion. C'est une pression mécanique extérieure, obtenue par un appareil dit compresseur, — lequel est actionné lui-même par un moteur, — qui produira cet effet.

A priori, il semble que les premières de ces machines, celles à affinité, devraient donner un rendement supérieur, — car la liquéfaction du gaz se produit sans intermédiaire, par l'action intime du gaz agissant sur lui-même pour se comprimer; — tandis que, dans les secondes, il y a des pertes par suite de l'emploi des appareils intermédiaires. Le compresseur a un coefficient de rendement; le moteur qui l'actionne (à vapeur ou autre) en a un deuxième. Si l'on multiplie entre eux ces deux rendements, afin d'apprécier la perte, on voit que l'effet utile est diminué dans une proportion considérable.

Et, cependant, ce rendement supérieur des machines à affinité n'était pas obtenu : il n'était que théorique. C'est qu'il intervenait des causes de perte qui, jusqu'ici, n'avaient pu être évitées dans le fonctionnement. Et, d'abord, quand on chauffe la solution ammoniacale, le gaz se dégage, ce qui est un effet utile. Mais il s'évapore de l'eau en même temps, — effet absolument inutile, — consommation inutile de charbon employé à cette évaporation.

Mais ce n'est pas là le plus grave inconvénient : quand cette eau s'est évaporée, elle va se liquéfier aussi dans le récipient où le gaz se transforme en liquide; et alors, par suite de l'affinité considérable de l'eau pour l'ammoniac, cette eau redissout le gaz. On défait ce qu'on a fait. On a dépensé du combustible pour faire dégager de la solution ammoniacale le gaz

qui y était contenu, et on la laisse se reformer en partie plus loin. C'est là un défaut considérable.

Les nouvelles machines à affinité (fig. 1) remédient d'une façon absolue à cet inconvénient au moyen d'un organe intermédiaire, dit *rectificateur*, qui empêche la déperdition causée par la vapeur d'eau de se produire; — et, du coup, le rendement de la machine s'élève dans une proportion importante.

Le rectificateur B se compose, en principe, d'un faisceau de tubes dans lesquels est amené, directement, à sa sortie du régénérateur E, le liquide riche et froid qui est obtenu dans ce dernier. Ce liquide circule à l'intérieur des tubes. Le gaz ammoniac entraînant la vapeur d'eau passe, au contraire, à l'extérieur des tubes à sa sortie de la colonne dans laquelle est chauffée la solution ammoniacale. Sous l'influence du refroidissement produit par la circulation du liquide riche, la vapeur contenue dans le gaz ammoniac se liquéfie et se dépose. L'appareil est conçu de façon que le refroidissement soit méthodique, c'est-à-dire que le gaz rencontre, à travers les parois des tubes, des couches de liquide de plus en plus froides, au fur et à mesure qu'il se dépouille de sa vapeur. Les dimensions des surfaces refroidissantes ont été calculées de façon que, à la sortie du rectificateur, le gaz soit absolument sec. L'eau de condensation est ramenée à la partie inférieure de la colonne de chauffage.

Mais il y a encore d'autres considérations dont il faut tenir compte : Une fois que l'ammoniac liquide

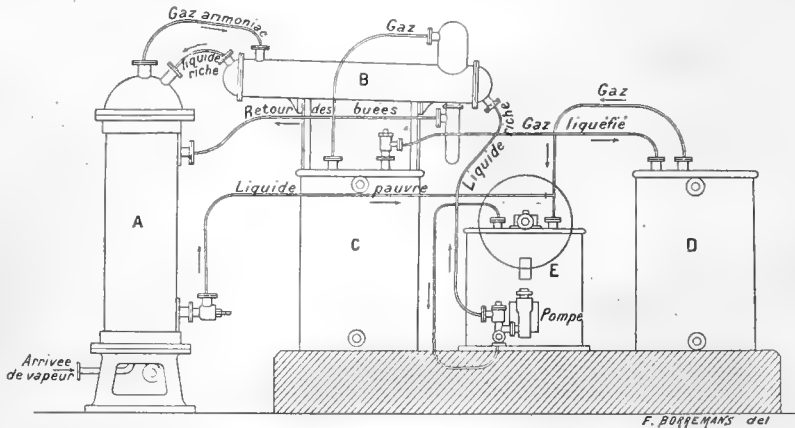


Fig. 1. — Schéma des nouvelles machines frigorifiques à affinité. — A, colonne à ammoniac; B, rectificateur; C, condensateur; D, réfrigérant contenant le liquide incongelable; E, régénérateur.

a produit son effet utile en froid par sa transformation en gaz et sa détente, on le dirige vers un récipient appelé *régénérateur*, où arrive de son côté l'eau de la toute première solution, qui a été soumise à l'action de la chaleur et qui a perdu la plus grande partie de son gaz, solution appauvrie et qu'il s'agit d'enrichir à nouveau en lui faisant absorber le gaz détendu, de manière à recommencer une nouvelle opération.

L'absorption de ces régénérateurs était jusqu'ici défectueuse. On l'obtenait dans un récipient unique, où, par suite des remous, l'eau enrichie en gaz — ou

Le régénérateur E est disposé comme il suit : à l'extérieur de l'appareil, le gaz qui servira à enrichir le liquide pauvre et ce dernier arrivent simultanément dans un même tuyau qui les conduit au régénérateur proprement dit. Celui-ci se compose de séries de tubes horizontaux superposés et mandrinés sur deux plaques tubulaires. Les plaques sont fermées par des portes munies de chicanes, de telle sorte que le liquide et le gaz, pénétrant simultanément dans les tubes de la partie inférieure de l'appareil, soient obligés de circuler dans chaque série horizontale avant de gagner la série supé-

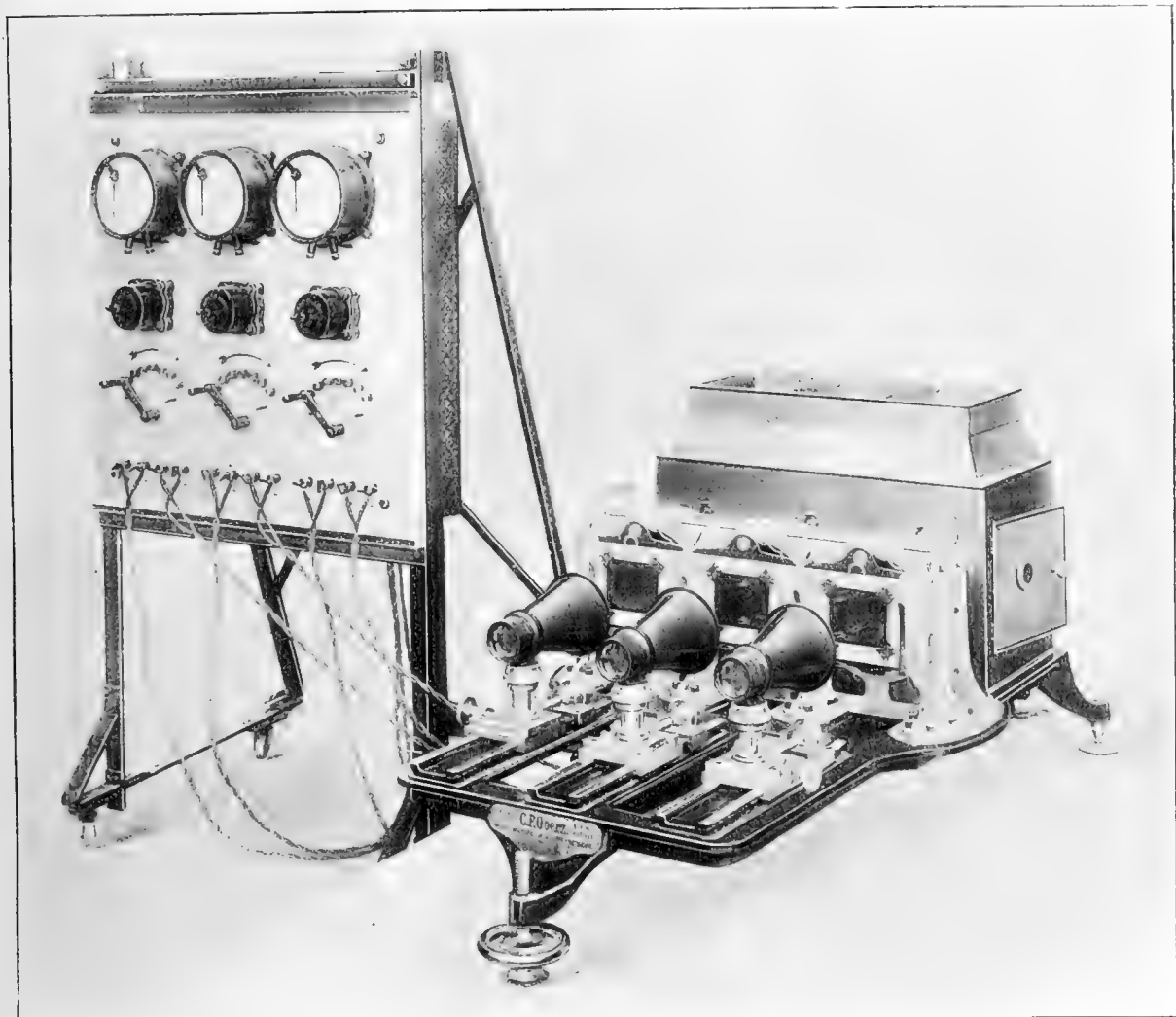


Fig. 2. — Appareil de projection en couleurs naturelles.

liquide riche — était constamment mélangée avec le liquide pauvre arrivant dans l'appareil. Finalement, la teneur en gaz du liquide sortant du récipient, au lieu d'être ce qu'elle devrait être rationnellement, c'est-à-dire la teneur correspondant à un liquide saturé, n'était qu'une moyenne entre cette teneur maximum et la teneur du liquide pauvre arrivant dans l'appareil.

En outre, les questions de température jouent également un rôle qui n'est pas négligeable. La quantité de gaz absorbée est d'autant plus élevée que la température est plus basse. Pour les mêmes raisons que précédemment, la température réalisée dans l'appareil n'était, à vrai dire, qu'une *moyenne*.

Ces deux inconvénients ont été supprimés au moyen d'un nouveau régénérateur.

Chaque tuyau contient à l'intérieur un cloisonnement percé de trous de façon que l'eau et le gaz subissent un brassage énergique qui facilite l'absorption de ce dernier. Le refroidissement est obtenu par une circulation d'eau tombant en pluie de la partie supérieure de l'appareil. La solution qui débouche dans l'appareil à la partie inférieure rencontre de l'eau de refroidissement de plus en plus froide et s'enrichit constamment dans sa marche ascensionnelle, tout en restant complètement isolée pendant ce travail d'enrichissement. A son arrivée dans les rangées supérieures des tubes, l'absorption est complète.

La justesse de ces vues a été confirmée par les applications qui en ont été faites. En effet, les installations effectuées par la Société des Glacières de Paris, et qui

fonctionnent déjà depuis une période assez longue, ont montré, par des constatations rigoureuses, que le rendement de ces nouvelles machines dépasse facilement de 30 % celui des meilleures machines de tout autre système connues jusqu'ici. C'est un progrès sérieux, même considérable, et dont doivent tenir compte tous les industriels pour qui la production du froid est un élément de dépense non négligeable dans le prix de revient.

§ 4. — Physique

La projection en couleurs naturelles. — Le problème de la photographie chromatique, après avoir été étudié avec tant de zèle par de nombreux expérimentateurs, a été résolu, au moins partiellement, dans deux voies différentes. Alors que les procédés directs jusqu'ici préconisés ne se sont pas montrés pleinement satisfaisants, on a obtenu de meilleurs résultats par les procédés indirects, où l'on produit trois vues monochromatiques de l'objet en trois couleurs fondamentales, vues qu'on superpose par projection sur le même écran. Au commencement, il fallait se servir de trois espèces différentes de plaques photographiques, sensibles chacune à la seule couleur fondamentale en question; mais M. Miethe, professeur à l'École Polytechnique de Charlottenburg, vient d'apporter un important perfectionnement à ce procédé, en donnant aux plaques photographiques une sensibilité parfaitement égale pour l'une quelconque des trois couleurs, rouge, vert et violet, choisies comme fondamentales.

Une autre partie importante du problème est la construction d'un projecteur chromatique efficace, donnant, par la synthèse des vues monochromatiques, des effets brillants et conformes à la Nature. Les progrès réalisés dans cette voie permettent même de compenser en partie les défauts dont le procédé photographique lui-même est toujours affecté.

Les Ateliers d'optique de C. P. Goerz, à Berlin, viennent de construire, sur la demande du Professeur Miethe, un projecteur chromatique réalisant un remarquable progrès; en effet, au lieu de laisser les trois images monochromatiques dans la projection sur une plaque commune, l'on prépare trois diapositives dont cet appareil permet d'ajuster à l'avance la position relative. Cet intéressant dispositif, représenté par la figure 2 (page 3), vient d'être exposé à l'Exposition universelle de Saint-Louis.

L'appareil comprend trois lampes à arc électriques alimentées au moyen d'une table de distribution commune, qui permet de varier l'intensité de courant entre 10 et 35 ampères. Les lentilles condensatrices employées pour les projections sont formées d'un système triple de lentilles, à trois composantes chacun, que traversent les rayons des lampes sur leur chemin vers les diapositives et l'objectif de projection, tout en recevant la convergence voulue. Afin d'utiliser autant que possible la puissance lumineuse des lampes, on a choisi le rapport d'ouverture du système condenseur aussi grand que possible; en même temps, un vase à refroidissement intercepte tous les rayons calorifiques qui pourraient compromettre les diapositives.

On remarquera dans la figure les trois bancs d'optique placés sur la base de l'appareil et sur lesquels glissent les objectifs de projection. Ils sont tous les trois susceptibles d'un double déplacement à grande et faible amplitude, parallèle aux axes optiques, permettant un ajustement facile; d'autre part, les mouvements horizontal et vertical de l'objectif latéral donnent le moyen d'ajuster l'appareil pour toute distance de projection voulue. La vis de pied de l'appareil permet l'ajustement de ce dernier dans le centre de l'écran de projection.

La pièce la plus importante de l'appareil est le dispositif pour ajuster les diapositives monochromatiques. Dans un cadre d'aluminium, on a pratiqué trois ouver-

tures rectangulaires à des distances convenables d'un fort serrage, au moyen de pinces et de vis, et dans lesquelles on insère les diapositives. Au lieu d'opérer l'ajustement dans l'appareil de projection, on emploie un dispositif d'ajustement spécial, analogue à une machine à diviser et sur le traineau duquel deux microscopes tournent de façon que le point d'intersection de leur réticule puisse coïncider avec un point quelconque de l'image monochromatique centrale. Après avoir transmis ces points aux deux autres diapositives, celles-ci sont fixées dans le cadre ajusteur.

M. Miethe emploie des filtres chromatiques comprenant deux plaques de verre entre lesquelles on a disposé une couche colorée. Un obturateur permet de n'exposer les filtres au rayonnement intensif de la lampe que pendant la projection proprement dite.

§ 5. — Chimie industrielle

La décomposition des ciments par l'eau de mer.

— La question de la *décomposition des ciments à la mer* est l'une des plus importantes et des plus complexes de l'art des constructions, et son étude, depuis les travaux classiques de Vicat, constitue une des littératures les plus abondantes de la Chimie appliquée, mais aussi des plus confuses, non seulement en raison de la complexité du problème, mais surtout en raison de l'absence de méthode véritablement scientifique avec laquelle ces études ont été, le plus souvent, poursuivies. La nécessité d'une méthode rigoureusement scientifique, pour l'étude d'une question dans laquelle interviennent simultanément tant de facteurs, vient d'être mise en lumière avec une clarté parfaite par M. H. Le Chatelier, dans un très important Mémoire qu'il publie sur cette question au dernier numéro des *Annales des Mines*; selon son habitude, il ne se contente pas d'établir la nécessité de cette méthode par des considérations générales; il l'applique encore lui-même avec un rare bonheur, comme on en jugera par les conclusions suivantes, auxquelles il est arrivé :

1° Tous les éléments actifs des ciments : chaux, aluminates et silicates, sont immédiatement décomposés quand ils se trouvent en contact direct avec les sels de magnésium de l'eau de la mer, et donnent des chlorures et sulfates de chaux solubles qui entraînent la totalité de la chaux en dissolution;

2° La réaction de l'aluminate de chaux avec le sulfate de chaux, préexistant dans les eaux naturelles ou résultant de l'action du sulfate de magnésium sur les composés calcaires des ciments, donne naissance à un sulfato-aluminate de chaux, dont la cristallisation occasionnée, comme l'hydratation de la chaux vive, mais d'une façon plus lente, des gonflements et fendillements des mortiers;

3° La pénétration des sels de la mer se fait de deux façons différentes :

L'eau de mer pénètre en bloc par toutes les solutions de continuité résultant des malfaçons, en grande partie inévitables, des maçonneries, et par le fait de la porosité des moellons et briques employés. La porosité normale des mortiers ne semble avoir, à ce point de vue, qu'une importance secondaire;

Ensuite, dans les parties saines des mortiers, les échanges et réactions avec l'eau de mer se font à peu près exclusivement par diffusion et d'autant plus rapidement que la porosité normale de ces mortiers est plus grande;

4° Tous les phénomènes de décomposition à la mer sont sous la dépendance de la formation d'une croûte superficielle infiniment mince, dont l'imperméabilité, d'une part, tend à s'opposer aux échanges par diffusion ou tout au moins à les ralentir, et dont l'expansion, d'autre part, par le fait de la formation du sulfato-aluminate de chaux, occasionne des gonflements et fendillements du mortier facilitant ensuite la pénétration de l'eau de mer en masse.

§ 6. — Biologie

Création d'une Station biologique aux Iles Bermudes. — Depuis une dizaine d'années, des professeurs et savants américains ont visité à diverses reprises les Iles Bermudes pour y recueillir ou y étudier sur place des spécimens de la faune marine. La richesse de cette faune et la douceur du climat en été sont telles qu'ils envisagèrent la possibilité d'établir aux Bermudes une Station biologique qui serait pour les naturalistes de l'Amérique du Nord ce qu'est la Station zoologique de Naples pour les biologistes européens.

D'après un Rapport de M. W. M. Greene, consul des Etats-Unis aux Bermudes¹, ce projet est en bonne voie de réalisation. Sur l'avis favorable de la Société Royale de Londres, le Gouvernement anglais (dont dépendent les îles) a donné l'autorisation nécessaire. La Société Royale elle-même a fourni une subvention pour l'installation. L'Institution Carnegie a pris à sa charge l'entretien de trois tables pour une période limitée. L'Université de Harvard et celle de New-York coopéreront également à l'œuvre; avec l'aide de la Société d'Histoire naturelle des Bermudes, elles ont déjà organisé un laboratoire temporaire et commencé à travailler.

Enfin, d'après un renseignement fourni par M. F. Goodwin Gosling, secrétaire de cette dernière Société, la Législature des Bermudes vient de voter une subvention de 90.000 francs, ce qui permet de considérer comme très prochain le commencement des travaux. La nouvelle Station biologique des Bermudes mettra aux mains des savants du Nouveau-Monde un instrument de travail d'une grande valeur.

Sur la sécrétion du suc gastrique chez l'homme. — M. A. F. Hornborg, dans les *Archives scandinaves de Physiologie*, MM. A. Cade et A. Latarjet, dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie*, viennent de publier des observations de vérification, chez l'homme, des faits établis expérimentalement par Pawlow et les élèves de son Ecole sur la sécrétion gastrique, chez le chien.

On sait que, chez le chien, le passage d'aliments sapides agréables dans la bouche détermine, par un mécanisme réflexe, une sécrétion gastrique, riche en pepsine et en acide chlorhydrique, persistant environ une heure et demie après le repas.

M. A. F. Hornborg a observé un enfant de cinq ans, auquel on avait pratiqué, un an auparavant, une fistule gastrique pour permettre l'alimentation, rendue impossible par une obstruction totale et persistante de l'œsophage. Chez cet enfant, comme chez les chiens de Pawlow, l'introduction dans la bouche et la mastication d'aliments agréables au goût, notamment de viande et de pain, provoquent une sécrétion gastrique abondante et douée d'un énergique pouvoir digestif. M. A. F. Hornborg a toutefois relevé entre son sujet et les chiens de Pawlow deux différences : la sécrétion gastrique du chien, provoquée par les aliments sapides, persiste une heure et demie après la fin du repas; elle ne persiste pas plus d'une heure chez l'enfant. Chez le chien, au moins chez certains chiens, la simple vue des aliments sapides et plus particulièrement de la viande suffit à amorcer la sécrétion gastrique; chez l'enfant observé, la vue des aliments a toujours été inefficace; la sécrétion gastrique ne s'est jamais manifestée qu'à la suite de la gustation.

Ces réserves faites, les observations de M. A. Hornborg montrent l'identité des mécanismes de la sécrétion gastrique, ou tout au moins de l'un des mécanismes de la sécrétion chez le chien et chez l'homme.

On sait que Pawlow a pu réaliser une fistule gastrique lui permettant de connaître très exactement et à chaque instant les phénomènes sécrétoires de l'estomac sous les influences les plus variées. Pawlow a fait une poche

gastrique, au moyen d'une portion de la muqueuse du grand cul-de-sac, qu'il a isolée complètement du reste de la muqueuse gastrique en lui conservant intégralement sa vascularisation et son innervation normales.

Or, MM. A. Cade et A. Latarjet (de Lyon) ont observé une jeune fille de vingt ans, chez laquelle une hernie épigastrique, survenue au cours de la première année de la vie, avait réalisé, par le fait de son étranglement, la séquestration d'une portion de l'estomac dans la région du grand cul-de-sac. Cette séquestration était absolument analogue à celle réalisée expérimentalement par Pawlow : la petite cavité était complètement isolée, mais seulement par une barrière muqueuse; elle avait conservé avec le reste de l'estomac la continuité de ses tuniques musculo-séreuses et, par conséquent, ses connexions vasculo-nerveuses; elle s'ouvrait à l'épigastre par un orifice fistuleux.

MM. A. Cade et A. Latarjet ont constaté que, le sujet étant à jeun, une petite quantité d'un liquide très visqueux, faiblement acide (0,15 — 0,20 ‰), contenant un peu d'acide lactique, mais pas d'acide chlorhydrique libre, s'écoulait par la fistule.

Après un repas composé de bouillon gras, de viande, de pain et d'eau coupée de vin, le suc recueilli est plus abondant (surtout pendant les deux heures qui suivent), limpide, fluide, beaucoup plus acide (1,95 ‰), contenant de l'acide chlorhydrique libre (0,60 ‰) et de la pepsine.

La suppression de la viande dans le repas fait baisser l'acidité totale et la proportion (0,25 ‰) d'acide chlorhydrique, ainsi que la quantité de pepsine.

MM. Arthus et Pagès ont montré que la digestion gastrique du lait est une digestion s'accomplissant en milieu neutre ou peu acide; M. Arthus a montré que l'ingestion de lait dans l'estomac provoque la sécrétion d'un suc contenant du lab-ferment. MM. A. Cade et A. Latarjet confirment ces faits. Chez la jeune fille qu'ils ont observée, en effet, l'ingestion de lait est suivie d'une sécrétion très peu acide (0,20 ‰), dans laquelle l'acide chlorhydrique libre n'est plus décelable, mais dans laquelle existe manifestement du lab-ferment.

Enfin, — et ces dernières observations montrent qu'il ne faut accepter qu'avec prudence, en ce qui concerne l'adulte, les faits signalés par M. Hornborg chez l'enfant, — MM. A. Cade et A. Latarjet ont pu provoquer une véritable sécrétion par le rappel prolongé des saveurs préférées du sujet : sous cette influence psychique, le suc devient beaucoup plus abondant que pendant le jeûne, plus fluide et plus acide (0,80 ‰ d'acide et 0,15 ‰ d'acide chlorhydrique libre), mais doué d'un pouvoir digestif moindre que le suc sécrété à la suite d'un repas réel.

§ 7. — Sciences médicales

Les corpuscules de Negri et la rage. — M. d'Amato², de l'Institut anti-rabique de Naples, vient de rechercher systématiquement, sur de nombreux chiens et cobayes, les corpuscules endocellulaires des centres nerveux que M. Negri considère comme les parasites spécifiques de la rage. Il les a trouvés dans tous les cas de rage pathologique ou expérimentale, mais il n'a pu les déceler chez quatre chiens indemnes. Il convient, d'ailleurs, de noter que, dans la rage dite spontanée, il existe également, d'un cas à l'autre, des différences considérables de dimensions, de nombre et de distribution. Mais ces variations ne paraissent avoir aucun rapport avec la gravité de l'évolution de la maladie. Quant à la signification de ces corpuscules, M. d'Amato considère qu'il convient d'observer encore une certaine réserve au sujet du rôle spécifique que M. Negri a voulu leur attribuer. En effet, tandis que ces éléments ne passent pas à travers les filtres, le

¹ U. S. Daily Consular Reports, n° 2026, p. 4, 10 août 1904.

² Riforma medica, 8 juin 1904.

virus rabique y passe très facilement; de plus, ces corpuscules font défaut au niveau de certains organes virulents, comme les glandes salivaires et les nerfs périphériques; enfin, les centres nerveux deviennent virulents avant de présenter les lésions caractéristiques de la rage.

D'autre part, étant donné le polymorphisme des corpuscules de Negri, on peut fort bien admettre que certains de ces éléments sont suffisamment petits pour passer au filtre; de même, des recherches récentes ont démontré que, à l'encontre de l'opinion classique qui assigne le maximum de virulence au bulbe et à la protubérance, le virus rabique est particulièrement abondant au niveau de la corne d'Ammon, qui est aussi le siège de prédilection de ces corpuscules.

En présence de ces deux séries d'arguments, il semble qu'il faille conclure, avec l'auteur, que la question de la nature parasitaire des dits corpuscules ne saurait encore être tranchée, ni dans un sens, ni dans l'autre.

Nouveau traitement du tétanos. — Les deux traitements du tétanos actuellement les plus employés, le chloral à haute dose et le sérum antitétanique de Vaillard et Roux, ne donnent que des résultats très inconstants. Le Dr V. S. Hodson, ancien médecin résident de l'hôpital Kasr-el-Aini, du Caire, a eu l'idée de combattre cette affection par des injections intra-veineuses de solution physiologique¹ de chlorure de sodium; après avoir retiré, par la saignée du bras, un demi-litre environ de sang, on pratique une injection massive de 2 litres de solution physiologique additionnée de 75 grammes d'eau-de-vie.

Dans les trois cas où il a eu recours à ce procédé, M. Hodson a noté une sédation très rapide des phénomènes spasmodiques, une transpiration abondante et une amélioration considérable de l'état général.

Quoique l'action de cette injection massive soit problématique, il semble que l'on puisse, dans tous les cas, employer ce moyen, qui, bien pratiqué, peut-être inoffensif et paraît avoir rendu des services.

§ 8. — Géographie et Colonisation

Les grands Ports français de l'Atlantique.

— Dans deux articles du plus haut intérêt, M. Paul Léon² attire l'attention sur la situation anormale de nos grands ports de la côte Atlantique. Le tonnage total de Nantes, Saint-Nazaire, la Rochelle et Bordeaux atteint à peine le chiffre de Marseille, et ce premier fait souligne encore davantage la remarque que nous avons déjà exprimée plusieurs fois dans cette *Revue*: le manque de concentration de notre commerce maritime. Une seconde anomalie, c'est qu'en 1902, sur un trafic total de 3.335.000 tonnes, 2.600.000, soit près de 50 %, sont fournies par l'importation de charbons anglais à destination de la France de l'Ouest, alors que les houillères du bassin de Saint-Etienne sont forcées périodiquement d'interrompre leur extraction, faute de débouchés suffisants. D'autre part, les exportations réunies de ces ports ne dépassent pas, pour la même année, 1.100.000 tonnes (800.000 en 1890).

Ainsi, à côté d'un accroissement insignifiant, il faut remarquer la différence énorme qu'il y a entre les entrées et les sorties, et la conséquence fâcheuse qui en résulte pour le prix des transports. Par exemple, les frais d'assurance qui frappent les marchandises

transitant dans la mer du Nord, font que le fret théorique pour Nantes est inférieur de 5 francs au fret pour Hambourg; mais, par suite de la perte de temps qui résulte pour le navire obligé d'aller compléter son chargement de retour dans un autre port, le fret français reste plus cher que le fret allemand, et « l'infériorité de l'organisation commerciale annule la supériorité de la position géographique ».

Comment améliorer cet état de choses si défavorable? Pour produire le fret de sortie, dont l'insuffisance est cause de tout le malaise économique, il faut développer les industries urbaines, — qui sont une des grandes forces de Marseille, — et étendre la zone desservie.

La première amélioration découle naturellement de la transformation économique présente, qui, grâce au bon marché des transports maritimes, tend à faire des ports des centres d'attraction industrielle. C'est ce qu'avait très bien compris le programme Freycinet de 1879, et ce qu'exprimait en fort bons termes un publiciste de cette époque: « Il faut faire une évolution vers les créations industrielles, il faut s'habituer de plus en plus à transformer, à manufacturer la matière première que l'on reçoit, et non plus seulement à la distribuer aux usines lointaines, comme on faisait jadis. Le travail industriel moderne a pris d'autres allures que celui du passé. Que Nantes profite en cela de l'exemple que lui donne Marseille. Ce qui a sauvé ce port, ce sont les usines de tout genre qu'il a su établir. Bordeaux n'a pas su, comme Marseille, devenir une ville industrielle. Elle a jugé à tort qu'il était suffisant de recourir aux produits du sol et de la mer pour alimenter son commerce, et elle s'est contentée d'être une place maritime¹. »

L'extension de la zone à desservir serait déjà facilitée par une entente méthodique entre les pouvoirs publics et les pouvoirs locaux, et surtout par une coopération étroite entre les diverses entreprises de transport intérieur, tandis que, à l'heure actuelle, on voit le plus souvent régner une fâcheuse hostilité, soit entre voies navigables et chemins de fer, soit entre réseaux ferrés voisins. M. Paul Léon cite, à cet égard, les faits les plus probants. Nous avons déjà signalé dans cette *Revue* l'intérêt qu'aurait pour notre région de l'Ouest l'accès au Simplon par le percement de la Faucille². D'autre part, la loi récemment votée sur l'outillage national, qui prévoit 200 millions pour l'amélioration de nos voies navigables, donnera à la batellerie une extension nouvelle. Enfin, la réorganisation du contrôle commercial exercé par l'Etat sur les Compagnies ne laissera pas d'exercer, sur la concordance et l'unification des tarifs de chemin de fer, une heureuse influence.

P. Clerget.

Professeur à l'Ecole de Commerce du Locle.

¹ SIMONIN: *Revue des Deux-Mondes*, 1^{er} septembre et 15 novembre 1877.

² La question du projet de la Faucille a évolué depuis que nous l'avons préconisé dans une précédente Note. Il résulte de nouvelles études que ce projet nécessiterait trois tunnels, ayant respectivement 6.900 mètres, 12.000 mètres, et 15.330 mètres, les deux derniers représentant à eux seuls un Gothard et un Mont-Cenis. Le coût total atteindrait environ 140 millions de francs. Enfin, il faut encore ajouter que les calcaires plissés et fissurés du Jura se prêtent mal à des travaux d'art et beaucoup trop à la circulation souterraine des eaux. Dans ces conditions, et surtout devant la somme énorme à dépenser, il est à peu près certain que la Compagnie concessionnaire reculera. Par contre, le *bon marché* du projet concurrent, Mouchard-Vallorbe, lui assure dès maintenant toute chance de succès. L'idée du projet de la Faucille n'en subsiste pas moins avec toute sa justesse. Il reste à en trouver une réalisation pratique. Sur tous ces points, cf. J. BRUNIES: La question des voies d'accès au tunnel du Simplon (*Revue économique internationale*, 15-20 oct. 1904); et P. GIRARDIN: L'ouverture du Simplon et les intérêts français (*Questions diplomatiques et coloniales*, 1^{er} oct. 1904).

¹ Voir *Semaine médicale*, 1904, n° 39.

² *Annales de Géographie*, 15 mai et 15 juillet 1904. — Cf. en outre un récent travail de valeur: L. LAFFITTE: *L'expansion économique de la France*, par l'amélioration et le développement de ses moyens de transport, 1904, 1 br. in-8°. Aux bureaux des *Questions Diplomatiques et Coloniales*, Paris.

LA VIE ET L'ŒUVRE DE SARRAU

La science française a fait, dans l'année qui vient de s'écouler, une perte cruelle dans la personne de M. Sarrau, membre de l'Institut, professeur de Mécanique à l'École Polytechnique, inspecteur général du Service des Poudres et Salpêtres. Il s'est éteint à Saint-Yrieix le 10 mai 1904, après une douloureuse maladie, entouré des soins affectueux de parents dévoués.

L'influence considérable qu'il a exercée ne s'explique pas seulement par l'importance et la variété des travaux éminents qu'il a publiés dans le domaine de la Physique, de la Balistique et de la Mécanique : cette influence résulte de ce qu'il fut véritablement chef d'École, semant les idées autour de lui sans compter, et se jugeant suffisamment récompensé par une sorte de vénération dont l'entouraient ses élèves et ses amis. La bonté se lisait d'ailleurs sur sa figure bienveillante et lui conciliait, dès le premier abord, la sympathie de tous.

La qualité maîtresse de son esprit fut la clarté : les questions les plus ardues prenaient, entre ses mains, un caractère de simplicité qui pouvait parfois faire illusion sur le travail préparatoire considérable qui lui permettait d'arriver à cette perfection dans l'exposition.

I. — BIOGRAPHIE.

Sarrau (Jacques-Ferdinand-Emile) est né à Perpignan, le 24 juin 1837. Sa famille était universitaire. Il fit des études classiques brillantes, et se plaisait à rappeler plus tard ses succès dans la composition des vers latins. Il aimait les lettres et les arts. Les Mémoires qu'il a publiés, ses Rapports et ses Notices témoignent d'un souci très particulier de la correction de la forme et de la précision de l'expression. Mais ses goûts profonds le portaient vers les Sciences.

Il entra à l'École Polytechnique en 1857 et en sortit en 1859 dans le Service des Poudres et Salpêtres. Il avait été distingué à l'École par Sénarmont, qui lui avait dans les examens attribué la note maximum, à la suite d'un exposé de la théorie de la double réfraction de Fresnel, qui ne faisait pas partie du cours de l'École à cette époque.

Dès sa sortie de l'École Polytechnique, il utilisait le temps que lui laissait un service très actif, à la Poudrerie du Bouchet, à des recherches sur la théorie mathématique de la lumière. Le jeune ingénieur, après avoir consacré ses journées à des expériences de tir au canon-pendule, donnait ses soirées à l'étude des œuvres de Cauchy. Cette étude

devait le conduire à une théorie de la lumière dans laquelle les noms de Maxwell et de Sarrau restent définitivement associés.

Cette phase de son existence, où une part importante de son activité s'était trouvée réservée à l'expérience, eut sans doute une influence décisive sur la tendance de son esprit à pousser toutes ses études analytiques jusqu'au point où elles devenaient susceptibles de vérifications numériques. C'est cette préoccupation constante de contrôler la théorie par l'expérience qui le mit en rapport, à l'occasion de ses premiers travaux d'Optique, avec Cornu, qui lui apportait sa merveilleuse habileté expérimentale. Ce fut l'origine d'une amitié étroite et presque fraternelle qui unit ces deux esprits éminents jusqu'à la mort.

Les Mémoires de Sarrau sur la polarisation et la propagation de la lumière dans les cristaux datent de 1865, et furent publiés dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, en 1867 et 1868.

La guerre de 1870 ramena l'ingénieur des Poudres d'une façon plus exclusive à l'étude des problèmes balistiques. Pendant le siège de Paris, il prit une part active, sous les ordres de M. l'Inspecteur général Maurouard, à l'installation effectuée à Paris même, sous le feu de l'ennemi, et en quelques semaines, d'une grande Poudrerie, dont la fabrication atteignait 7.000 kilogs par jour au moment où l'armistice vint brusquement mettre fin à la lutte.

À la suite de la guerre, la reconstitution des approvisionnements de l'Artillerie entraîna une réorganisation du Service des Poudres et Salpêtres et l'appel de promotions nombreuses d'ingénieurs se recrutant à l'École Polytechnique.

Sarrau fut choisi comme l'éducateur de ces jeunes générations. Directeur du Laboratoire Central et de l'École d'Application des Poudres et Salpêtres, il a résumé, sous le nom d'*Introduction à la théorie des Explosifs*, dans des leçons d'une rare élégance, les théories chimiques, physiques et mécaniques nécessaires à l'étude si complexe des phénomènes balistiques.

Son Cours d'explosifs se développa d'année en année : il y précisait les imperfections de la théorie, les lacunes dans les données expérimentales, et suscitait les recherches nouvelles par des travaux théoriques, s'étendant à toutes les parties du problème balistique.

On peut citer, parmi ces travaux systématiquement dirigés vers un même but, une série de Mémoires sur les effets de la poudre dans les

armes, ses recherches sur le mode de décomposition des explosifs, ses études sur les manomètres à écrasement et sur la compressibilité des gaz.

Il fut, dans la Commission des substances explosives, un des collaborateurs de M. Berthelot.

Géomètre et mécanicien, il fut d'abord répétiteur d'Analyse à l'École Polytechnique, puis nommé professeur de Mécanique à cette École en 1883.

Il transforma profondément l'enseignement de la Mécanique à l'École, s'attachant au développement des méthodes et des théories générales susceptibles d'une utilisation commune dans toutes les branches de la Science. La clarté de son exposition, l'action pénétrante de sa parole, lui avaient acquis, auprès de vingt promotions successives, la réputation justifiée de professeur éminent.

Il fut nommé en 1886 membre de l'Académie des Sciences dans la Section de Mécanique, où il succédait à Saint-Venant.

II. — TRAVAUX BALISTIQUES.

Aucun des travaux de Sarrau n'a présenté un développement aussi considérable et une pareille continuité d'efforts. On peut dire que, pendant trente années, de 1874 jusqu'aux derniers mois qui ont précédé sa mort, il n'a pas cessé de compléter et de parfaire son œuvre, en l'adaptant au développement progressif de l'armement.

On ne possédait, avant lui, que des formules empiriques, traduisant l'influence des éléments du chargement et de la bouche à feu sur les vitesses et les pressions. Il a réussi à leur substituer des formules rationnelles, déduites des lois qui régissent la transformation de la chaleur en travail dans les machines thermiques.

Son premier Mémoire : « Sur les effets de la poudre dans les armes » a paru en 1874. Il est fondé sur l'application du principe de l'équivalence, introduit par Résal dans l'étude des phénomènes balistiques, et sur l'expression nouvelle de la force des explosifs, que M. Berthelot a déduite de ses mémorables recherches de 1870.

Le problème du mouvement du projectile est relativement simple lorsqu'on suppose la combustion de la charge instantanée; mais cette hypothèse devient chaque jour plus inexacte avec les progrès de l'Artillerie. Aussi Sarrau introduit-il, malgré les complications analytiques qu'elle entraîne, la loi de combustion de l'explosif, en admettant toutefois, avec Piobert, que la vitesse de combustion ne dépend pas de la pression. C'est la première étape qui va conduire l'auteur sur la voie de nouveaux progrès dans la représentation des phénomènes. Dès 1876, dans un nouveau Mémoire : « Sur les effets de la poudre dans les armes »,

Sarrau introduit l'hypothèse fondamentale de la vitesse de combustion fonction de la pression. Cette hypothèse, rendue indispensable par l'observation des faits, conduisait à de nouvelles difficultés analytiques; mais elle a permis à Sarrau d'établir les bases, en quelque sorte définitives, de la théorie balistique et de donner la forme nécessaire de l'équation différentielle du mouvement du projectile.

Parmi les résultats les plus importants de ce Mémoire, il faut signaler le théorème de similitude, définissant la vivacité de l'explosif, qui permet d'obtenir des vitesses et des pressions égales dans les bouches à feu géométriquement semblables.

Dans ce même Mémoire, Sarrau parvenait, avec une rare sagacité, à déterminer *a priori* l'exposant de la pression qui régit la vitesse élémentaire de combustion des poudres noires, au moyen d'observations balistiques ne concernant que les vitesses et les pressions du tir. L'expérience directe a confirmé, depuis, d'une façon complète les résultats du calcul.

Dans une série de Mémoires additionnels publiés de 1876 à 1882, Sarrau a développé les conséquences de ses formules; il a résumé la solution de tous les problèmes de Balistique relatifs à l'emploi de la poudre noire, dans l'étude détaillée d'un canon type de 10 centimètres. L'application du principe de similitude permet d'étendre ces résultats à tous les calibres.

La multiplicité des variables qui interviennent dans le problème balistique rendait toutefois difficile le choix des conditions de tir assurant une vitesse et une pression données : le problème ainsi posé n'est pas déterminé.

Sarrau a réussi à constituer, sous le nom de *module*, un groupement de ces variables encore indéterminées, qui possède une véritable signification physique. La valeur du module caractérise un mode de fonctionnement balistique particulier, qui appartient soit aux poudres vives, soit aux poudres lentes; par le choix du module, on adopte un type de fonctionnement balistique dont les propriétés générales sont connues et l'indétermination du problème se trouve écartée.

Sarrau n'a rien publié sur l'application de ses formules aux poudres du nouvel armement; mais sa théorie avait fait prévoir les avantages que présenterait l'emploi balistique des grands explosifs, dès que leur mode de combustion pourrait être réglé.

Il avait transformé les formules relatives à la poudre noire pour tenir compte de la force et des lois de combustion spéciales des nouvelles poudres. La représentation des conditions de tirs, chaque jour plus étendues, était l'objet de recherches incés-

santes qu'il effectuait personnellement ou dont il conservait la direction dans une collaboration affectueuse avec ses élèves.

Ses Mémoires ont été traduits dans toutes les langues : ils forment la base de l'enseignement balistique en France et à l'Étranger.

Son influence a été également considérable sur le développement de notre grande industrie métallurgique des armes de guerre, qui a tenu à honneur de lui décerner, en 1903, une part du prix Schneider.

III. — TRAVAUX DE PHYSIQUE MATHÉMATIQUE

Les premiers travaux de Sarrau sont relatifs à la théorie de la lumière. Ils sont exposés dans deux Mémoires parus, en 1867 et 1868, sur la polarisation et la propagation de la lumière dans les cristaux.

Sa théorie est fondée sur la double hypothèse d'une modification périodique de l'éther dans les milieux cristallisés, et d'une modification spéciale de la constitution de cet éther par suite de la symétrie propre au milieu cristallisé.

L'application d'une méthode de Cauchy lui permet de ramener l'intégration des équations à coefficients périodiques, fournies par la théorie de l'élasticité, à celle d'équations auxiliaires à coefficients constants, qui ne renferment plus que les valeurs moyennes des déplacements lumineux.

Sarrau admet que ces valeurs moyennes sont seules susceptibles d'impressionner nos organes, et doivent régir les phénomènes optiques.

Telle est la méthode générale que Sarrau applique, dans un deuxième Mémoire, au cas particulier où l'éther est considéré comme isotrope et ne conserve plus que la périodicité dans la densité.

La forme des équations auxquelles il est parvenu par cette méthode est identique à celle qu'a donnée Maxwell, et il est bien remarquable que la considération des valeurs moyennes des déplacements ait permis à Sarrau d'atteindre une forme des équations du mouvement lumineux, dont les propriétés sont fondamentales au point de vue de la représentation des phénomènes, et ne sauraient se retrouver dans les formes les plus générales qui régissent rigoureusement les déplacements élastiques.

Saint-Venant avait été frappé de l'aptitude particulière de ces équations à représenter les phénomènes lumineux et la signalait en ces termes :

« Tous les résultats des expériences, même les plus singuliers, tels que ceux qui sont offerts par le quartz, le chlorate de soude, etc., se rangent dans les applications qu'offrent ces équations, avec la spécialité que leur imprime la structure constatée

de chaque cristal, en sorte que le dernier chapitre du Mémoire de M. Sarrau peut servir de complément et de commentaire aux dernières recherches de Fresnel, en mettant, en outre, les expérimentateurs sur la trace de nouveaux sujets de recherches. »

IV. — TRAVAUX SUR LA THÉORIE MÉCANIQUE DE LA CHALEUR.

Dans la plupart des travaux de Sarrau, on retrouve la même tendance d'esprit à rattacher aux principes généraux de la Mécanique les lois expérimentales des phénomènes physiques, au moyen d'hypothèses plausibles sur la constitution de la matière.

Il a publié, en 1873, une Thermodynamique des systèmes matériels qui procède de cette méthode.

Il admet que les molécules du milieu peuvent être assimilées à des points exerçant les uns sur les autres des actions dirigées suivant leurs distances et fonctions de ces distances.

En second lieu, l'état thermique du système est constitué par des mouvements intérieurs de la nature de ceux que Clausius appelle stationnaires.

Enfin, la température absolue d'une molécule est proportionnelle à sa force vive moyenne.

Ces hypothèses conduisent à une relation qui, jointe au principe des forces vives, permet d'établir toutes les propriétés que l'on tire du principe de l'équivalence et du théorème de Carnot.

Ce résultat implique donc la réduction du second principe de la Théorie mécanique de la chaleur aux principes généraux de la Mécanique.

Cette théorie de Sarrau conduit à une relation particulière entre l'équivalent mécanique de la chaleur et les coefficients thermiques des corps. Une vérification satisfaisante lui avait été fournie dans le cas du verre par les délicates expériences de Cornu sur la valeur du rapport des coefficients élastiques λ et μ .

Sarrau ne voyait, toutefois, dans cette théorie qu'une première approximation. Elle devrait être corrigée en tenant compte de la force vive de rotation des molécules. Mais la fécondité de ces théories, même approchées, donnait à l'auteur la ferme confiance que la vieille théorie des atomes et des forces centrales n'avait pas dit son dernier mot.

V. — TRAVAUX SUR LA COMPRESSIBILITÉ DES GAZ.

La loi de compressibilité des gaz joue un rôle prépondérant dans la théorie des phénomènes explosifs. On doit à Sarrau l'introduction dans cette théorie d'une notion fondamentale, celle du covolume.

C'est l'influence du covolume des gaz qui fait croître les pressions produites par la décomposition des explosifs en vase clos beaucoup plus vite que les charges.

C'est l'influence du covolume qui fait croître, au-delà de toute grandeur mesurable, les pressions que produisent les grands explosifs, tels que le coton-poudre et la nitroglycérine, lorsqu'ils se décomposent dans leur propre volume.

Le covolume, dont l'influence est presque exclusive dans les phénomènes explosifs, n'est qu'un des éléments de correction des lois de Mariotte et de Gay-Lussac, que Van der Waals et Clausius ont introduits pour représenter, dans les limites les plus étendues de température et de volume, la compressibilité des corps.

Sarrau s'est proposé d'étendre la formule de Clausius à la représentation du vaste système de données expérimentales, relatives aux gaz, accumulées par M. Amagat : il a déduit, d'observations faites à 15° et 100°, les éléments du point critique

de l'oxygène, que les expériences ultérieures de Wroblewski devaient à peine modifier.

La représentation par une formule unique de la compressibilité d'un corps sous ses divers états présente de grandes difficultés. Sarrau les a surmontées, dans le cas de l'acide carbonique, par des méthodes de calcul ingénieuses et d'une application très générale.

Sa formule à quatre constantes lui permet de reproduire avec une exactitude comparable à celle de l'expérience :

La température et la pression critique;

Les tensions de vapeurs saturées;

Les pressions du gaz dans les limites étendues des variations de température et de volume des expériences de M. Amagat;

Enfin, les densités de liquide aux basses températures et aux grandes pressions.

Paul Vieille,

Membre de l'Institut,
Inspecteur général des Poudres et Salpêtres.

ÉVOLUTION DES IDÉES GÉNÉRALES SUR LA SEXUALITÉ ¹

PREMIÈRE PARTIE : DES ANCIENS A LA FIN DU XVIII^e SIÈCLE

Dès que l'intelligence humaine eut atteint un certain degré de développement, dès que l'homme réfléchit, un des premiers problèmes psychiques qui vinrent troubler son esprit fut, sans doute, celui de son origine.

Ce furent d'abord les mythologies et les religions qui répondirent à cette question. Toutes admirent l'existence de divinités créatrices : en Perse, ce fut Anâhita, Anaït ou Anaïtis, la divinité bienfaisante de l'Avesta; en Egypte, Isis, dont l'amour parvint à ressusciter son époux, et qui, par là, commença les divins enfantements; en Palestine, Elohim, Iahveh ou Jéhovah, qui devindra le Dieu des chrétiens; en Grèce, Aphrodite, qui naît elle-même, par génération spontanée, de l'écume des flots; à Rome, Vénus; à Babylone, Mylitta; en Phénicie, Astarté. Toutes ces divinités avaient présidé à l'origine ou présidaient toujours pour les Anciens à la fécondité inépuisable de la Nature; et le charme si profond qui se dégage encore aujourd'hui de l'étude approfondie de ces mythes explique pourquoi l'homme s'est contenté pendant si longtemps de ces explications naïves.

De bonne heure, cependant, à côté des prêtres qui gardaient jalousement leurs mystères, les philosophes, ne s'occupant guère alors que de l'espèce humaine, se demandèrent quels étaient les rôles respectifs de l'homme et de la femme dans la génération; ils cherchèrent à comprendre comment, de l'union passagère de ces deux sortes d'individus, pouvait résulter la création d'un nouvel être.

I. — LES PHILOSOPHES GRECS.

C'est à Hippocrate, c'est-à-dire au v^e siècle avant l'ère chrétienne, qu'il faut remonter, dans notre civilisation du moins, pour trouver les premières vues d'ensemble sur la génération sexuée.

Pour le célèbre médecin de l'île de Cos, l'homme et la femme fournissent, l'un et l'autre, deux liqueurs séminales provenant de toutes les parties du corps, en particulier de la tête, et venant s'élaborer une seconde fois dans les testicules mâles et les testicules femelles (ovaires). Chacune de ces semences, celle du père et celle de la mère, est formée en réalité de deux substances : l'une forte, caractéristique du sexe mâle, l'autre faible, caractéristique du sexe femelle. Dès lors, pour Hippocrate, la formation des sexes s'explique facilement; si ce sont

¹ Leçons d'ouverture faites à la Faculté des Sciences de Paris (cours libre d'Embryologie, 1903-1904).

Les parties faibles des deux semences qui s'unissent, à la suite de la copulation, l'embryon qui en résultera sera du sexe femelle; si, au contraire, ce sont les parties fortes, il en résultera un mâle. Voilà pourquoi, ajoute Hippocrate, certaines femmes n'ont que des garçons d'une première union, et, au contraire, des filles d'un nouveau mariage.

Près d'un siècle après Hippocrate, Aristote venait affirmer, au contraire, que la femme ne fournit aucune liqueur séminale; elle donne seulement la *matière* qui doit servir à former le fœtus, et cette matière est le sang menstruel. Les ovaires ne jouent ici aucun rôle; ils ne servent guère, devaient dire plus tard des disciples d'Aristote (Athénée d'Atalia et Averrhoës), qu'à établir la symétrie du corps humain. L'homme seul fournit une liqueur séminale véritable, dont le rôle, dans la génération, serait donner la *forme* à la *matière* provenant de l'autre sexe. Ce qui émane du sperme, dit-il, est une sorte d'esprit aussi peu matériel que la lumière des étoiles, et c'est cet éther qui donne la vie et le mouvement à la trame du fœtus: c'est comme le feu de Prométhée qui vient animer une machine formée pour la vie, mais ne vivant que par lui; autrement dit, la femme fournit le bloc de marbre, le sperme fait l'office de sculpteur, et le fœtus est la statue provenant de ce concours des sexes.

Aristote qualifiait le sperme d'« excrément du dernier aliment (c'est-à-dire du sang), qui a la faculté de produire des corps semblables à celui qui l'a produit ». Il a toujours une couleur blanchâtre, dit-il, — et nous le voyons, à ce propos, s'élever fortement contre Hérodote, qui avait prétendu que les peuples de l'Éthiopie l'avaient noir.

Pour ce qui concerne la génération des animaux ou des plantes, l'on était naturellement encore moins avancé que pour l'homme. On méconnaissait, par exemple, la nécessité de l'accouplement chez les animaux; on croyait, d'autre part, que la semence de l'homme ou des animaux, tombée à terre ou dans l'eau, y conservait toutes ses propriétés prolifiques et qu'elle pouvait être transportée par l'air ou par l'eau. Aristote cite le cas de femmes fécondées ainsi dans un bain, et « c'est assez, ajoute-t-il, pour rendre une perdrix féconde qu'elle se trouve sous le vent, plus bas que le mâle; souvent il a suffi qu'elle eût entendu le chant du mâle dans un temps où elle était disposée à concevoir, ou que le mâle eût passé en volant au-dessus d'elle, et qu'elle eût respiré l'odeur qu'il exhalait »¹.

Ces idées ne reposaient évidemment que sur des contes; mais, lorsqu'on voyait, au printemps, les colombes se becqueter amoureusement, ou bien, au temps du frai, les femelles des poissons suivre le mâle pour avaler la liqueur qu'il rejette, il était permis, vraiment, de trouver dans ces phénomènes, une sorte d'accouplement ou de fécondation buccale².

Chez les végétaux, on connaissait également, depuis Empédocle, la différence des sexes, non seulement chez les arbres, mais encore dans toutes les plantes. On savait que le dattier femelle a besoin du dattier mâle pour produire des fruits; mais, avec le pistachier, c'était à peu près le seul exemple connu.

Théophraste et Dioscoride, qui écrivaient, l'un deux cents, l'autre quatre cents ans après Empédocle, affirment toujours que, hormis ces deux cas, le sexe mâle ne fournit rien dans l'acte de la génération chez les plantes. Et nous verrons leurs ouvrages faire autorité en Botanique jusqu'au XVIII^e siècle³.

Du reste, on croyait que les graines, comme les œufs, pouvaient rester stériles; c'est ce qui serait le cas normal, d'après Aristote, par exemple pour les œufs des mollusques, des papillons, des poux et des mouches. La sexualité elle-même n'était qu'un mode particulier d'un phénomène beaucoup plus général, celui de la génération spontanée, sur lequel nous ne pouvons nous arrêter ici.

Cependant, on soupçonnait déjà que les animaux vivipares pouvaient avoir des œufs semblables à ceux des ovipares. Car Plutarque avait pu écrire, dans ses *Propos de table*: ... Seulement, vous dirai-je en passant, que le monde contenant beaucoup de diverses espèces d'animaux, il n'y en a pas une seule qui soit exempte de passer par la génération de l'œuf⁴...

Hippocrate avait déjà cité le cas d'une musicienne qui, en sautant, avait fait tomber un germe, qui ressemblait à un œuf; c'était, dit-il, une vésicule pleine de matière gluante, remplie de plusieurs filets blancs, qui étaient sans doute, ajoute-t-il,

à l'endroit où ils ont pris naissance, ont une existence semblable à celles des plantes: ils ne sont ni mâles, ni femelles... »

¹ Du reste, du temps de Lacépède (I, 374), quelques naturalistes, et non des moindres, croyaient toujours que les femelles des poissons pouvaient être fécondées par la bouche. Aujourd'hui encore, dans les masses populaires de l'Europe et dans beaucoup de peuplades demi-civilisées, on admet la possibilité de la conception, chez la femme, en dehors de tout rapport sexuel; et cela, soit comme croyance réelle, soit comme partie intégrante de nombreuses légendes et de nombreux contes. Voir: *Lucina sine concubitu*. *La Revue des Idées*, 1901, n° 5, 6 et 7.

² Pourtant Pline parle nettement du pollen comme étant l'agent de la formation des fruits.

³ Cité par *La Revue des Idées*, 1904, p. 74.

⁴ Aristote connaissait pourtant les mâles et les femelles, mais il croyait que la différence de sexualité n'existait que chez les animaux qui possèdent la locomotion. « Les bêtes qui ne marchent pas, et les animaux qui restent adhérents

les premiers commencements de l'enfant futur.

Depuis Hippocrate, tous les médecins à Rome et au Moyen âge eurent l'occasion de décrire les mêmes observations; mais, dans leurs écrits, ils ne se servirent plus du mot œuf; ils employèrent les mots : vésicule, boule ou glande. A la vérité, l'œuf vu par Hippocrate n'était autre chose qu'un très jeune embryon entouré de ses membranes. Personne ne pensait alors à faire remonter l'origine de ces œufs au fonctionnement de l'ovaire; on les faisait naître directement de l'utérus.

II. — DÉCOUVERTE DE L'ŒUF DES VIVIPARES ET DU SPERMATOZOÏDE (XVII^e SIÈCLE).

§ 1. — L'œuf des animaux vivipares (1651).

Ce fut, au XVI^e siècle, un chanoine de la cathédrale de Modène, du nom de Fallope, qui, le premier sans doute, eut l'idée que les testicules des femmes pouvaient être le lieu de formation de ces sortes d'œufs observés par les médecins; il assure, en effet, avoir vu dans ces organes de petites vessies pleines d'eau. Quelques années plus tard, Du Laurens, médecin de Henri IV, figure ces vésicules en ajoutant qu'elles forment le caractère distinctif entre les testicules de la femme et ceux de l'homme.

Mais c'est seulement près d'un siècle plus tard que les recherches de Harvey (1651) sur les biches du parc de Windsor commencent à répandre cette idée que les vivipares peuvent, eux aussi, provenir d'un œuf. Cependant Harvey, en disciple fidèle d'Aristote, continue à admettre que la génération tout entière est l'œuvre de la matrice. Jamais, dit-il en substance, il n'entre en elle de semence du mâle; la matrice conçoit le fœtus par une espèce de contagion que la liqueur du mâle lui communique, à peu près comme l'aimant communique au fer la vertu magnétique.

Quelques années après cette date célèbre, les recherches de trois jeunes Hollandais : de Stenon sur le chien de mer, de Graaf (1672) et de Swammerdam sur les mammifères, firent encore avancer la question et montrèrent définitivement que les glandes femelles, au lieu d'être des testicules ou des ganglions lymphatiques, étaient le lieu d'origine des œufs et devaient dès lors porter le nom d'ovaires. De Graaf, en particulier, fit des observations suivies chez le lapin; il vit se former à la surface de l'ovaire de petites vésicules, connues depuis sous le nom d'ovisacs ou follicules de Graaf, vésicules qu'il crut revoir dans les trompes, tout en s'étonnant de les retrouver diminuées de volume. Cependant, continuant ses recherches, il vit ces œufs descendre vers le vagin en augmentant de volume, et les compara d'abord à un grain de moutarde, puis à

du plomb de lièvre, enfin à des chevrolines et à des balles de plomb.

Naturellement, ces découvertes ne se faisaient pas sans rencontrer de vives oppositions, car la plupart des philosophes vivaient toujours avec une foi entière dans les idées de l'Antiquité. Et cette foi était telle que nous voyons encore, en 1637, un savant naturaliste et médecin, Jonston, admettre toujours, avec Aristote, que les chenilles naissent de la putréfaction des plantes et de la rosée.

Il est curieux de lire aujourd'hui les polémiques, souvent trop passionnées, qui apparaissent dans les ouvrages de cette époque. En 1683, par exemple, Drelincourt, qui fut dans sa jeunesse médecin des armées de Louis XIV au service de Turenne, et ensuite recteur de l'Université de Leyde, publia un ouvrage dans lequel il soutenait à nouveau la réalité des œufs chez la femme; or, dans cet ouvrage, il réfute tous les autres systèmes, en donnant à chacun de leurs auteurs, ses contemporains, une épithète moqueuse qui caractérise leur façon de penser. C'est ainsi qu'il appelle Fernel *Seminator* (le semeur), parce que ce médecin pensait que tous les êtres proviennent uniquement de la semence du mâle; Plazzoni, *Pistor* (le boulanger), parce qu'il attribue la formation de l'homme à la fermentation des liqueurs prolifiques; Barbatus, *liquator atque fusor* (le fondeur), pour avoir dit, avec quelques anciens, que l'enfant naissait du sang menstruel; Van Hoorne, *Casearius* (le marchand de fromage), parce que cet auteur croyait que, par le mélange des deux liqueurs prolifiques, il en résultait une espèce de coagulum qui était le rudiment du fœtus.

Cependant la loi de Harvey : *Omne vivum ex ovo*⁴ était de plus en plus confirmée; partout on décrivait des œufs nouveaux, et une découverte importante allait bientôt faire prendre une place prépondérante à ces éléments dans la génération des êtres. Cette découverte fut celle de la *parthénogenèse*, qu'un jeune Gênois de vingt ans, Ch. Bonnet,

⁴ « Cet aphorisme, dit *La Revue des Idées*, ne semble pas être la parole même de Harvey, mais bien un résumé lapidaire de son idée. Il s'exprime ainsi, en effet (*Exercitationes de generatione animalium*): « Nos autem asserimus omnia omnino animalia, etiam vivipara atque hominem adeo ipsum, ex ovo progigni; primumque eorum conceptus equibus fœtus fiunt ova quædam esse, ut et semina plantarum omnium. »

Nous ajouterons que c'est un médecin hollandais, Kerkring, qui, en 1674, à la suite de ses recherches, affirmait positivement, le premier, l'origine ovulaire de l'homme : *In ovo hominum non mimis quam avium prima reperiri incubula. Ex ovo enim producitur homo.*

Mais il ne faut pas oublier que l'œuf des Mammifères, dont on parlera encore longtemps, n'est autre chose que l'ovisac. Le véritable ovule ne fut découvert, dans l'ovisac d'une chienne, que cent soixante-douze ans après Harvey, par von Baër (1826). L'ovule des Monotrèmes ne fut découvert qu'en 1853 par Haacke.

filis de réfugiés protestants français, faisait en 1740 chez les pucerons. Dès lors, on put dire, avec logique du reste : Si les œufs peuvent se développer sans le concours du mâle, on doit en conclure que ces corps portent en eux-mêmes et à eux seuls le germe du nouvel être vivant qui doit sortir de l'œuf. D'un autre côté, un médecin italien, Malpighi, avait déjà remarqué que les œufs de poule fécondés ne renferment rien de plus que les œufs non fécondés, et il avait même cru voir, sur ces derniers, les premiers rudiments du futur poulet. Ce sont là des faits positifs, disait Bonnet (1762), qui doivent être la base de tout raisonnement sur la génération, et c'est sur eux, en effet, qu'il établit la fameuse théorie de l'évolution et de l'emboîtement des germes¹.

Bonnet, comme Malebranche, admettait la préexistence des germes, mais non plus sous la forme de corps simples hypothétiques qui auraient été universellement disséminés par Dieu dans tous les milieux à l'origine des choses (*Panspermie*). Pour lui, ce sont des corps fluides ou gélatineux, organisés dès l'origine, contenus dans l'ovaire des femelles de toute antiquité; c'est-à-dire que la divinité créatrice, en formant l'ovaire de chaque être, aurait créé en même temps les germes de tous les individus à venir dans la série des temps (théorie de la syngénèse). Toutes les parties d'un végétal ou d'un animal futur avaient été ainsi formées au même moment; elles se trouvaient en raccourci dans chaque germe et n'avaient qu'à grandir en se nourrissant pour reproduire l'animal adulte (théorie de l'évolution).

Du reste, Bonnet avait beau jeu à critiquer le mécanisme de Malebranche, qui n'était, en réalité, qu'une simple vue de l'esprit :

« Si les corps organisés ne sont pas *préformés*, disait-il (1766, I, xxx), il faut qu'il *se forment* journellement en vertu des lois d'une mécanique particulière. Or, je prie qu'on me dise quelle mécanique présidera à la formation d'un cerveau, d'un cœur, d'un poumon, et de tant d'autres organes? Je ne rends pas encore la difficulté assez saillante : elle ne consiste pas seulement à faire former mécaniquement tel ou tel organe, composé lui-même de tant de pièces différentes; elle consiste principalement à rendre raison, par les seules lois de la mécanique, de cette foule de rapports variés, qui lient si étroitement toutes les parties organiques, et en vertu desquelles elles conspirent toutes à un même but général; je veux

dire, à former cette *unité* qu'on nomme un *animal*, ce tout organisé qui vit, croît, sent, se meut, se conserve, se reproduit. Prenez garde que le cerveau suppose le cœur, et que le cœur suppose à son tour le cerveau... »

La doctrine de l'évolution reposait, au contraire, sur des faits facilement vérifiables.

Swammerdam n'avait-il pas cru voir, sous la peau d'une chenille, les différentes enveloppes qui la conduiraient au papillon; et ne voyait-on pas encore, aux jours de printemps, les papillons sortir de leur chrysalide entièrement formés? Enfin, comme Malebranche le disait en vérité, il suffisait d'ouvrir une graine pour y trouver la jeune plante déjà toute constituée.

Bonnet suivait toujours la doctrine d'Aristote, qui veut que la liqueur fécondante du mâle soit seulement le *stimulant* du développement de l'être préformé; mais il pensait que cette liqueur est, en même temps, un fluide nourricier approprié à l'extrême délicatesse des parties du germe...

Remarquons cette dernière opinion, qui apparaît ici comme une nécessité de système. Nous la retrouverons au XIX^e siècle, présentée avec le même caractère d'affirmation sans preuve.

Le point faible de la doctrine était la difficulté qu'il y avait à concevoir comment tous les germes, créés dès l'origine du monde, avaient pu se trouver contenus dans les œufs de tous les individus qui avaient peuplé la Terre.

On admettait que le créateur avait emboîté ces germes les uns dans les autres, ce qui tournait, en effet, la difficulté. Dans l'ovaire d'une aïeule, disait Haller, sont renfermées non seulement la fille, mais la petite-fille, l'arrière-petite-fille et l'arrière-petite-fille de sa fille. Ce n'était là, il est vrai, qu'une hypothèse; mais, disait Bonnet :

« Cette hypothèse de l'*emboîtement* est une des plus belles victoires que l'entendement pur ait remporté sur les sens. Les calculs effrayants par lesquels on entreprend de la combattre prouvent seulement qu'on peut toujours ajouter des zéros à des unités, et accabler l'imagination sous le poids des nombres.

« Mais, en accumulant des nombres, on n'accumule pas des faits, et la Nature elle-même semble nous fournir des preuves directes de l'*emboîtement*. Elle nous montre des parties osseuses d'un fœtus renfermées dans un autre fœtus, un œuf renfermé dans un autre œuf, un fruit dans un autre fruit, un fœtus dans un autre fœtus, etc. »

Cette théorie, si célèbre en son temps, et qui nous apparaît aujourd'hui avec un caractère quelque peu fantastique, doit-elle être laissée complètement dans l'oubli? Il ne le semble pas, quand on voit, de notre temps, certains biologistes admettre que tou-

¹ Nous devrions dire plus exactement qu'il *vulgarisa*, car cette doctrine, inspirée des idées de Malebranche sur la *préexistence des germes*, et de celles de Leibnitz sur l'*harmonie préétablie*, se trouvait déjà en substance dans Swammerdam et explicitement décrite dans Haller (1738).

tes les parties du futur embryon sont *prédéterminées* dans l'œuf sous la forme de particules¹, que, du reste, ils n'ont jamais vues. A bien chercher, dans la nuageuse Allemagne surtout, l'on retrouverait peut-être encore aujourd'hui l'ancienne querelle des ovistes et des spermistes.

§ 2. — Le Spermatozoïde (1677).

Pendant ce temps, une autre découverte, celle du spermatozoïde, prenait corps dans la science et allait détrôner l'œuf du piédestal sur lequel l'avait placé la théorie précédente.

A l'époque des travaux de Stenon, de Swammerdam et de Graaf, la Hollande montrait une grande activité, et, en particulier, elle pouvait se glorifier de ses nombreux savants. Le grand Leeuwenhoek venait de découvrir le microscope composé, et les « curieux de la nature » examinaient, avec cet instrument, tous les liquides, toutes les substances qu'ils rencontraient.

Au mois d'août 1677, Louis Ham, jeune médecin de Dantzic, eut l'idée d'examiner aussi le liquide séminal d'un de ses malades atteint de gonorrhée; il y découvrit de petits corps mobiles qu'il prit pour des animaux². Il fit part de sa curieuse découverte à Leeuwenhoek, qui la confirma et la communiqua, par lettre, à la Société Royale de Londres. Voici un passage de cette lettre où il parle des visites que lui fit Ham : « *Hic Dominus Ham, me secundum invisens, secum in lagenula vitrea semen viri gonorrhœa laborantis, sponte distillatum, attulit, dicens se post paucissimas minutias animalcula viva in eo observavisse que caudata et ultra 24 horas non viventia.* »³

Cette communication eut un très grand retentissement dans le monde savant; tous voulurent voir ces sortes de petits vers spermiques; l'on en chercha et l'on en découvrit facilement dans le sperme de différentes espèces animales; enfin, l'imagination aidant, on voulut bientôt y voir les *homunculi* des anciens alchimistes.

Leeuwenhoek admettait que, de ces vers, les uns étaient mâles et les autres femelles; Haller raconte, dans ses *Éléments de Physiologie*, qu'un de ces animalcules, s'étant par hasard dépouillé

de son enveloppe, avait laissé voir une figure humaine, bien petite à la vérité, mais pourtant reconnaissable. De même, on prétendait avoir vu, dans la semence de l'âne, des animalcules à longues oreilles, et un petit poulet, déjà bien conformé, dans le fluide séminal du coq.

En somme, c'était là, pour ces savants, la véritable origine de l'embryon; la préexistence et l'emboîtement des germes n'étaient pas une erreur, mais c'était dans les vers spermiques des premiers individus créés que Dieu avait emboîté les germes de toutes les générations futures. L'œuf était simplement le nid où ce petit ver pouvait trouver la nourriture nécessaire à son développement.

Voilà quel était l'état de la question à la fin du xviii^e et au commencement du xviii^e siècle: Gaspar Frédéric Wolff, qui allait bientôt (1759) faire revivre l'épigénèse sous la forme de l'embryologie actuelle, n'était pas encore connu; la doctrine de Bonnet sur l'emboîtement des germes était de plus en plus admise et devait l'être encore par Georges Cuvier. Malgré cela, les savants se disputaient toujours avec passion, car les uns (ovistes) en tenaient encore pour les idées de Bonnet, alors que les autres, au contraire (spermatistes), disaient que tout dans l'embryon provenait du ver spermique.

Il faut bien dire, du reste, que tous ces hommes étaient de hardis novateurs⁴, et que leur succès tenait surtout au bruit qu'ils faisaient dans le monde. Il restait, à côté d'eux, un grand nombre de médecins et de philosophes, et non des moindres, qui en réfèrent toujours à Hippocrate ou à Aristote; « il y en a même plusieurs, dit un curieux petit livre, découvert sur les quais de Paris⁵, qui ne sauraient entendre le mot de nouveauté sans quelque sorte d'horreur, s'imaginant qu'il ne reste plus rien à savoir après la doctrine des Anciens; que notre raison doit être bornée par tout où ils se sont arrêtés; que c'est criminel que d'altérer tant soit peu leurs derniers sentiments...; que l'on en a vu même à qui l'on montrait, par l'Anatomie, que les nerfs parlaient du cerveau et non pas du cœur, comme avait soutenu un Ancien, dire: Vous

¹ Ces particules sont les *micelles* de Nægeli, les *biophores* de Weissmann, les *idioblastes* d'Hertwig, les *biogènes* de Verworn, etc.

² D'après Fontenelle (*Eloges*), un autre Hollandais, Hartsøker, avait déjà fait cette découverte en 1674. Mais elle n'avait pu être confirmée, car Hartsøker avait trompé ses contemporains en disant que le liquide qui renfermait ces petits animaux était de la salive.

³ « Ce sieur Ham, venant me voir pour la seconde fois, apporta avec lui, dans un petit flacon de verre, de la semence qu'avait émise spontanément un homme atteint de gonorrhée. Il me dit qu'après un petit nombre de minutes, il y avait observé des animalcules vivants, munis de queue et ne vivant pas au-delà de vingt-quatre heures. »

⁴ Des novateurs qui révolutionnaient jusqu'au grand public. C'est ainsi que la thèse où Etienne Geoffroy se demandait, en 1704, *Si l'homme avait commencé par être ver*, piqua tellement la curiosité des dames, et des dames du plus haut rang, qu'il fallut la traduire en français pour les initier aux mystères dont elles n'avaient pas la théorie.

Malheureusement, ces novateurs n'avaient pas toujours été respectueux pour leurs contradicteurs: « Lorsque Pythagore découvrit son fameux théorème, écrivait un de ceux-ci, le médecin Boerne, il offrit aux dieux une hécatombe; depuis lors, toutes les bêtes tremblent à chaque annonce d'une vérité nouvelle. »

⁵ *Les nouvelles découvertes sur toutes les parties principales de l'homme et de la femelle...* par M. Louys Barles, médecin, agrégé au Collège de Marseille à Lyon, M.DC.LXXV.

me le montrez si bien, que j'en serais persuadé s'il n'y avait une autorité contraire. »

III. — RETOUR AUX THÉORIES HUMORALES D'HIPPOCRATE.

§ 1. — Buffon (1749).

Beaucoup de philosophes scolastiques adoptaient donc encore la philosophie d'Aristote; les médecins, au contraire, suivaient toujours la doctrine d'Hippocrate renouvelée par Galien. C'est avec ces derniers que vont se ranger Buffon et son disciple, l'abbé Needham, pour combattre le système des spermatistes aussi bien que celui des ovistes.

Buffon, à la suite d'Empédocle et de Démocrite, croyait que les liqueurs séminales étaient composées de particules retirées à tous nos organes par les glandes génitales. Ces particules avaient comme propriété essentielle de tendre à se grouper, à s'organiser entre elles; aussi Buffon est-il amené naturellement à ne voir dans les animalcules spermatiques que le premier assemblage de ces parties. C'étaient donc des éléments anatomiques, et Buffon avait raison, en cela, contre les spermatistes, qui voulaient y voir des animaux, des sortes de vers¹. Ce sont des « corps mouvans », disait-il, qui, par leur agitation continuelle, déterminent un mélange plus intime des deux liqueurs, mâle et femelle, dont l'union est nécessaire pour la formation de l'embryon.

Voici maintenant les idées que Buffon opposait aux ovistes : « Les vésicules qui composent presque toute la substance des testicules des femelles, et qu'on croyait jusqu'à nos jours être les œufs des vivipares, ne sont rien autre chose que les réservoirs d'une lymphe épurée, qui fait la première phase de la liqueur séminale ». Non seulement Buffon admettait ainsi, avec Hippocrate et Galien, la réalité d'une liqueur séminale femelle, mais encore il croyait, à la suite d'expériences curieuses dont j'aurai à reparler plus tard, que cette liqueur femelle renfermait des animaux spermatiques en tous points semblables à ceux que l'on rencontre dans la liqueur séminale du mâle. Quant aux œufs, il croyait que c'étaient des corps organisés, non constants et non formés dans l'ovaire, destinés à la

nourriture du fœtus, qui se trouve formé par le mélange des liqueurs des deux sexes.

Mais ce qui est le plus intéressant, c'est que Buffon expose en même temps des idées qui forment, en réalité, la première théorie générale que nous ayons de la sexualité. Ces idées sont d'autant plus intéressantes à rappeler que nous les retrouverons, plus ou moins cachées, dans certaines théories actuelles, comme nous venons de voir Buffon reprendre lui-même les idées de Galien et d'Hippocrate.

« La nutrition et la reproduction, dit notre grand naturaliste, sont toutes deux non seulement produites par la même cause matérielle; ce sont les parties organiques de la nourriture qui servent à toutes deux »¹. Pour Buffon, les liqueurs séminales sont donc formées par le « superflu de la matière ». Et, de même, nous le voyons, plus loin, à propos de l'histoire naturelle du cerf, expliquer de la même façon l'apparition de ces ornements qu'on appellera bientôt caractères sexuels secondaires.

« Il y a tant de rapports entre la nutrition, la production du bois, le rut et la génération de ces animaux, dit-il, qu'il est nécessaire, pour en bien concevoir les effets particuliers, de se rappeler ici ce que nous avons établi de plus général et de plus certain au sujet de la génération; elle dépend en entier de la surabondance de la nourriture. Tant que l'animal croit (et c'est toujours dans le premier âge que l'accroissement est le plus prompt), la nourriture est entièrement employée à l'extension, au développement du corps; il n'y a donc nulle surabondance, par conséquent nulle production, nulle sécrétion de liqueur séminale; et c'est par cette raison que les jeunes animaux ne sont pas en état d'engendrer : mais, lorsqu'ils ont pris la plus grande partie de leur accroissement, la surabondance commence à se manifester par de nouvelles productions. Dans l'homme, la barbe, le poil, le gonflement des mamelles, l'épanouissement des parties de la génération, précèdent la puberté. Dans les animaux en général, et dans le cerf en particulier, la surabondance se marque par des effets encore plus sensibles; elle produit la tête, le gonflement des dainties, l'enflure du cou et de la tête, la venaison, le rut, etc. »

Il y a beaucoup de vrai dans ces idées; la reproduction est certainement sous la dépendance de la nutrition, mais elle a cela de commun avec les autres fonctions du corps. Par contre, on ne saurait admettre, avec Buffon, que c'est le superflu de la nourriture qui, une fois le développement terminé, devient le sujet matériel de la reproduction.

¹ Cette dernière opinion persistait encore au milieu du XIX^e siècle, comme le montre ce passage de Pouchet (1847, p. 346) : « Et cependant, qui le croirait... Wagner est tenté de refuser l'animalité à ces microzoaires! que veut-il donc que ce soit, si ce ne sont des animaux?... » — Quelques autres faisaient de ces animaux un groupe de *Cercariae* (*Cercaria Mullieri* : Gleichst, 1778, Czermack, 1833). Et Pouchet leur trouve toujours une bouche et un intestin (p. 321). — C'est seulement en 1831 que Duvernoy put proposer avec succès de remplacer le mot de *spermatozoaire* (animal spermatique) par celui de *spermatozoïde* (ressemblance à—), qui a été depuis conservé en France.

¹ Aristote (cité par Sachs, 1892, p. 389) avait déjà écrit : « La nutrition et la fécondation sont l'œuvre d'un seul et unique principe, du principe de la force vitale. »

Tous les cas de progénèse qu'ignorait Buffon vont manifestement à l'encontre de ces idées, et nous verrons, du reste, que, même dans les cas ordinaires, la puberté apparaît presque toujours avant la fin du développement.

§ 2. — Haller et Tissot (*Premières notions sur les sécrétions internes des glandes génitales*, 1747-1760.

A la fin du XVIII^e siècle, les disputes entre ovistes et spermatisistes étaient apaisées; on ne parlait même plus guère d'œufs ni de spermatozoïdes. Mais on se demandait toujours quelle était la nature réelle de la liqueur séminale. Est-elle analogue à quelque autre humeur, disait-on; ou bien est-elle la même que ce liquide qui, sous le nom d'esprits animaux, devait parcourir les nerfs; enfin, quelle peut être l'importance de ces humeurs pour un organisme qui a soin de s'en débarrasser périodiquement, et dont la perte exagérée produit pourtant de si funestes effets?

On accordait bien qu'une trop grande évacuation des humeurs qui circulent dans les vaisseaux, telles que le sang et la lymphe, devait affaiblir. Mais il était beaucoup plus difficile de comprendre comment une humeur qui ne circule plus, que l'organisme dépose dans des réservoirs spéciaux avant de la rejeter définitivement, puisse produire les mêmes effets par sa perte.

Or, pour répondre à cette question, on trouve, dans les ouvrages des physiologistes de cette époque, l'exposé complet d'une théorie qui a reparu presque entièrement de nos jours, celle de la sécrétion interne des glandes génitales. Voici, par exemple, ce que dit Haller (1747, par. 790), ce savant médecin dont nous avons déjà parlé à propos de l'emboîtement des germes : « La semence est gardée dans les vésicules séminales jusqu'à ce que l'homme en fasse usage, ou que les écoulements nocturnes l'en privent. Pendant tout ce temps-là, la quantité qui s'y trouve excite l'animal à l'acte vénérien; mais la plus grande partie de cette semence, la plus volatile, la plus odorante, celle qui a le plus de force, est repompée par le sang, et elle produit, en y entrant, des changements bien surprenants : la barbe, les poils, les cornes; elle change la voix et les mœurs, car l'âge ne produit pas dans les animaux ces changements, c'est la semence seule qui les opère, et on ne les remarque jamais dans les eunuques. »

Haller suit donc ici Buffon pour rapprocher nettement ces caractères particuliers de la sexualité; comme nous l'avons montré autre part, John Hunter les y faisait rentrer définitivement, trente-cinq ans plus tard, sous le nom de *caractères sexuels secondaires*.

Un compatriote de Haller, le médecin suisse Tissot, reprenant cette opinion, est encore plus explicite pour ce qui concerne la sécrétion interne du testicule. Dans les vésicules séminales, dit-il (1760, p. 267), la liqueur séminale « est constamment repompée par les vaisseaux absorbants, de proche en proche, rendue à la masse totale des humeurs. C'est une vérité que l'on démontre par bien des preuves : une seule suffit. Dans un homme sain, la séparation de cette liqueur se fait continuellement dans les testicules; elle se rend dans ses réservoirs, dont l'étendue est très bornée, et ne peut peut-être pas en contenir tout ce qui se sépare dans un jour : cependant, il est des hommes continents, qui n'en évacuent point pendant des années entières. Que deviendrait-elle si elle ne rentrait pas continuellement dans les vaisseaux de la circulation? rentrée qui est extrêmement facilitée par la structure de tous les organes qui servent à la séparation, à la route et à la conservation de cette humeur. Les veines y sont beaucoup plus considérables que les artères, et cela dans une proportion qui ne se trouve tout aussi grande ailleurs. Ainsi, il est probable que ce repompement ne se fait pas seulement dans les vésicules séminales, mais qu'il a déjà lieu dans les testicules, dans les épидидymes, qui sont une espèce de premier réservoir adhérent aux testicules, et dans le canal déférent, qui est celui par lequel la semence va du testicule à la vésicule séminale¹ ».

Ces idées n'eurent guère de retentissement dans la suite, d'abord parce qu'on les considéra comme des affirmations sans preuves suffisantes, ensuite parce que la Biologie allait entrer dans une nouvelle voie toute différente, celle qui est encore suivie aujourd'hui pour ce qui concerne la sexualité.

Elles ramenèrent cependant les esprits aux vieilles théories humorales, qui n'avaient été délaissées que momentanément. Les animalcules spermatisiques devenaient de moins en moins intéressants au fur et à mesure qu'on se trouvait obligé de les distinguer nettement des animalcules infusoires; les idées de Buffon prévalurent bientôt, de sorte que nous voyons Prévost et Dumas écrire à leur sujet, en 1824 : « Toutes nos expériences

¹ Galien avait déjà dit : « Les testicules fournissent une liqueur propre à répandre une nouvelle vigueur sur tout le corps » (*De Semine*, l. I, ch. XXXIV, t. , p. 1279), et par là, le célèbre médecin de Pergame peut être considéré comme le précurseur de Brown-Séguard. Mais Galien se donne beaucoup de peine pour découvrir comment une petite quantité de cette humeur peut donner autant de force au corps. Et, ne pouvant y parvenir, il décide « qu'elle est d'une vertu exquisite et qu'ainsi elle peut communiquer très promptement de sa force à toutes les parties du corps ». Buffon dit également quelque chose de semblable dans son *Histoire naturelle du Cerf*.

démontrent qu'ils sont le produit d'une véritable *sécrétion*. » Et pourtant, ironie des temps et des hommes ! Nous allons voir ces mêmes expériences de Prévost et Dumas conduire les premiers histologistes du XIX^e siècle à une conclusion tout à fait opposée.

Mais, avant de passer au XIX^e siècle, nous devons revenir sur deux questions dont nous avons à peine parlé jusqu'ici : sur le phénomène de la menstruation chez la femme et sur la sexualité chez les végétaux.

IV. — RECHERCHES SUR LA MENSTRUATION (1842-1844).

Les anciens s'occupèrent peu, sans doute, de la menstruation ; on ne connaît, en effet, que Soranus d'Ephèse (le jeune) qui ait traité spécialement de l'écoulement menstruel ; il en parle dans son livre sur les maladies de la femme pour réfuter Empédocle, qui fixait les « époques » au déclin de la Lune.

Pendant tout le XVIII^e siècle, on discuta beaucoup pour savoir si ce phénomène était dû à l'action de la Lune, à la fermentation, à la pléthore générale ou à la pléthore utérine ; mais on s'accordait généralement pour admettre que l'écoulement sanguin menstruel devait servir « à l'entretien, à la nourriture et au développement du fœtus » (Buffon). Vous savez, en effet, que cet écoulement manque pendant toute la durée de la grossesse. Par contre, on ne soupçonnait aucun rapport entre la menstruation et l'ovulation, c'est-à-dire le rejet des œufs par l'ovaire ; celui-ci, disait-on (et allait-on dire encore pendant cent cinquante ans), était déterminé par le coït ; on croyait même que les ovules ne pouvaient se former qu'à la suite du contact du sperme avec l'ovaire.

Or, en 1781, un jeune médecin de l'Université de Leyde, Themmen, soutenait sa thèse inaugurale, et, dans cette thèse, on trouve déjà énoncées les idées que l'on a actuellement sur la menstruation. Dans cet ouvrage, on lit, en effet, que l'ovaire rejette quelque chose au moment des règles et que le flux sanguin est la conséquence de l'émission de cette matière. « Si l'on examine les ovaires d'une femme saine morte immédiatement avec le flux menstruel, on trouve les ovules⁴ beaucoup plus gros que de coutume et remplis d'une matière blanche, épaisse, très analogue à la semence de l'homme. Peu de temps après les règles, les ovaires, sont, au contraire, moins volumineux, les ovules très petits, et la matière sus-dite fait défaut ». Je dois ajouter que Themmen reprenait ainsi, mais

vérifiait par l'observation, une idée qui avait été déjà émise quelques années auparavant par Cullen : « Il est à croire, disait, en effet, ce célèbre médecin écossais, qu'il existe un certain rapport entre l'état des ovaires et celui des vaisseaux utérins, et que l'état des ovaires a une grande influence sur l'écoulement des menstrues ».

Ce n'est pourtant qu'un demi-siècle plus tard, à partir de 1839, que les médecins Gendrin et Négrier entrèrent dans cette voie ; mais c'est surtout à Pouchet (1842) en France, puis à Bischoff (1844) en Allemagne, que revient le mérite d'avoir fait entrer définitivement le fait dans la science et d'avoir rapproché les phénomènes de la menstruation chez la femme de ceux du rut chez les animaux. Pour cela, Pouchet faisait voir surtout les analogies qui existent entre l'homme et les animaux sous le point de vue de la génération ; Bischoff fit, de son côté, des démonstrations directes sur des chiennes, des lapines, des truies, etc.

La lutte fut vive, pendant quelque temps, pour faire accepter ces idées ; en 1845, le grand physiologiste J. Muller professait toujours qu'il n'y avait rien de commun entre la menstruation et « ce qu'on appelle rut ou chaleur chez les animaux ». Pouchet revint sur le sujet en 1847, dans un grand ouvrage d'ensemble, et il pouvait encore écrire ces lignes, où l'on sent percer du découragement : « Peut-être nos efforts paraîtront-ils prématurés ; mais bientôt la vérité se fera connaître, et notre entreprise, aujourd'hui si courageuse, si désespérée, et pour laquelle nous luttons contre l'autorité de tant de siècles, et contre l'ascendant de tant de savants divers, notre entreprise obtiendra justice ; puis nos travaux, d'abord censurés avec amertume, attireront enfin l'attention, et seront consacrés comme une vérité nouvelle acquise pour la science ».

Nous devons ajouter, cependant, sauf à y revenir plus tard, que l'ovulation peut se faire sans menstruation et que, par contre, celle-ci peut continuer à se faire pendant la période de grossesse, contrairement à ce qui se passe d'habitude.

V. — LA SEXUALITÉ DES VÉGÉTAUX (XVII^e, XVIII^e ET XIX^e SIÈCLE.)

Comme nous l'avons vu plus haut (ch. I), les Anciens avaient été bien près de découvrir les fonctions sexuelles chez les Végétaux. Mais vint le Moyen-Age et tout fut à recommencer, car, pendant cette période, on ne s'occupa guère que d'étudier les vertus des plantes, surtout de celles que les voyages faisaient connaître.

Jusqu'à la fin du XVI^e siècle, les ouvrages qu'on écrivit sur la Botanique ne furent guère, pour ce qui concerne la sexualité, que des commentaires

⁴ C'étaient les ovisacs ; les véritables ovules ne devaient être découverts que quarante-six ans après, par von Baër.

des anciens, de Théophraste et de Dioscoride, surtout (voir plus haut, I). Conrad Gesner, qu'on a surnommé le Plin de l'Allemagne, fut celui qui ouvrit ici la voie aux découvertes nouvelles par l'idée qu'il eut de classer les plantes par rapport à leurs fleurs, à leurs semences et à leurs fruits. Il eût pour disciple Césalpini (1585), médecin du pape Clément VIII, qui pense que l'excitation des étamines (*Ilocci*) est nécessaire à la formation de la graine. Le fait ne fut démontré expérimentalement qu'un siècle plus tard par un médecin de Londres, Grew (1682), en collaboration avec Robert Jacques, et par un allemand, Camerarius (1694), qui commença à apporter à la question les résultats de nombreuses expériences et put être considéré ainsi, par plusieurs, comme le véritable fondateur de la doctrine de la sexualité chez les plantes.

Ces idées nouvelles eurent, sans doute, un retentissement, qui ne tarda pas à gagner le grand public. L'état de la Botanique était bien fait du reste pour le captiver. Les plantes ont-elles une âme? Leurs sens nutritifs circulent-ils? Comment se reproduisent-elles? Voilà les trois grandes questions qui dominaient alors toute la Physiologie végétale. Aussi ne faut-il pas s'étonner de voir le célèbre historien De Thou publier, en 1611, cinq petits poèmes sur : *le Chou, la Violette, le Lys, l'Œillet et la Marjolaine*. Et dans ce dernier, nous lisons ce vers remarquable :

Tum stylus exeritur bifidus qui stamina querit.

(« Du centre de la fleur, s'élève le style, fendu en deux, qui cherche les étamines. »)

Par contre, ces idées rencontrèrent beaucoup d'incrédulства dans le monde savant, qui restait toujours fidèle aux Anciens. C'est ainsi que le célèbre Tournefort ne voulait toujours voir, dans la poussière des étamines, qu'un simple excrément de la plante. « Les anthères, dit-il, ont pour rôle de purger les fleurs de tous les principes nuisibles qu'elles renferment. » C'est à peu près ce qu'avait dit Théophraste dix-neuf siècles auparavant.

Il fallut donc attendre au commencement du XVIII^e siècle pour voir Burekard (1702), les Geoffroy (1704 et 1711) et Vaillant (1718) reprendre la question avec succès¹. Mais la théorie de la sexualité végétale rencontrait toujours d'ardents contradicteurs. Vaillant, dans son *Discours*, avait montré les analogies qui existent entre les organes sexuels des plantes et ceux des animaux. Cela avait révolté certains esprits pudibonds, tel que Kramer (cité

par Marchand, 1890, p. 340), qui qualifie la théorie d'inepte, d'impudique, d'ordurière, etc. Mais ce furent surtout van Royen (1732) et Linné (1735) qui firent accepter et répandirent partout la notion définitive de la sexualité des plantes. L'œuvre de Linné est connue; on sait qu'il prit ces nouveaux caractères pour base de la classification botanique qui allait remplacer la méthode, alors classique, de Tournefort. Quant à Van Royen, c'était un professeur de Médecine et de Botanique à Leyde, très célèbre en son temps. Poète à ses heures, il eut l'idée de chanter en vers élégiaques les nouvelles découvertes. Le fait est assez rare dans le langage des savants pour que l'on me permette de citer un passage de son poème.

Van Royen parle d'abord de Vénus souriant aux productions de la Terre et montre celle-ci, transportée par ce sourire, se couvrant bientôt de fleurs mâles, de fleurs femelles et de fleurs hermaphrodites. Dans ces dernières, dit-il, « les amants et les belles jouissent d'un bonheur rarement accordé aux humains : ils passent leur vie ensemble, ils sont du même âge et doués d'une égale beauté. Le même sentiment les anime. Lorsque la vigueur de la jeunesse a déployé la force de leurs organes, l'amant s'incline vers son amante; il la caresse, sollicite ses faveurs avec un doux murmure, et l'hymen, en les unissant, leur assure une félicité que n'altèrent jamais ni les chagrins de l'absence, ni les tourments de la jalousie.

« Les deux amants habitent-ils sur des arbres séparés, leur jeunesse se passe dans une mélancolique apathie; mais au printemps, l'amour voltige au-dessus d'eux et les frappe de ses traits sympathiques : alors ils éprouvent l'inquiétude du désir. L'amant s'agite; il se dresse, il étincelle, il brise les liens qui l'enveloppent et répand dans l'air, comme un léger nuage, l'esprit de vie qui l'anime; le zéphyr s'empare de cette vapeur parfumée : il la porte à l'épouse solitaire, qui la reçoit dans son sein, tressaille de joie, acquiert une vigueur nouvelle, devient mère d'une postérité nombreuse et rend grâce à l'Amour de sa fécondité. J'en atteste ces Palmiers, symboles des hommes justes qui vivent sous leur ombrage...¹ »

Un demi-siècle plus tard, Van Royen eut un imitateur dans Érasme Darwin, l'aïeul du grand

¹ Dans son célèbre *Discours sur la structure des fleurs*, prononcé en français au Jardin royal de Paris, le 10 juin 1717, Vaillant restreint encore le sens du mot fleur aux enveloppes florales.

¹ La forme de ce discours étonne sans doute aujourd'hui, mais il ne faut pas oublier que nous sommes à une époque éminemment littéraire. Il n'était pas rare alors de voir les professeurs de science faire leurs leçons en vers, et c'est ainsi que le même Van Royen, en prenant possession de sa chaire à Leyde, prononça un discours en vers latins sur l'utilité de la Botanique pour les études médicales. Aujourd'hui, hélas! dans notre siècle utilitaire, nous voyons des académiciens poètes se croire obligés de faire leur discours de réception en prose.

Darwin. En 1789, ce médecin, qui fut considéré comme le plus célèbre des physiologistes que l'Angleterre ait produits, publia sur le même sujet un poème en quatre chants.

Cet ouvrage est écrit dans le même goût que celui de Van Royen; aussi, lorsque l'auteur parle de bergers, d'amants, de maris, etc., il faut entendre avec lui les étamines; comme il entend les pistils lorsqu'il parle de bergères, d'amantes et d'épouses. Malgré cela, et peut-être aussi à cause de cela, il est encore intéressant à lire; il est même utile à consulter, pour les notes surtout qui accompagnent chaque poème; on y trouve les rudiments des grandes idées qui devaient illustrer, quelque soixante ans plus tard, le petit-fils de ce savant poète.

La fin du xviii^e siècle vit Kœlreuter (cité par Sachs, p. 420, 1892) déterminer les fonctions réciproques des différentes parties de la fleur et insister déjà sur le rôle des insectes dans la fécondation; puis Conrad Sprengel (1793), un maître d'école de Spandau, montrer que, dans l'état normal, la fécondation des plantes hermaphrodites est croisée, donnant ainsi, par là, une des bases positives à la sélection naturelle.

Pendant, il restait encore beaucoup à faire pour le xix^e siècle, surtout en ce qui concerne le fonctionnement même des organes sexuels; c'est ainsi que, en 1833, nous voyons Schleiden, un des auteurs de la théorie cellulaire, continuer à professer les errements d'Aristote en soutenant que le

grain de pollen est le véritable germe et l'ovaire la matrice où ce grain va se loger pour se transformer en embryon.

D'un autre côté, on ne parlait encore de reproduction sexuelle que pour les Phanérogames, c'est-à-dire pour les plantes à fleurs évidentes. On savait bien que les Fougères donnent des spores et que, du développement de ces spores, sort une petite lame verte, le prothalle. Mais on croyait que la spore était une graine véritable et on considérait le prothalle comme un cotylédon; c'est seulement en 1848 qu'un Polonais, le comte Leszczye-Suminsky, découvrit, sur ce dernier, les éléments sexuels et que, l'année suivante, Hofmeister put établir le parallèle actuellement connu entre la sexualité des Mousses, des Fougères et des Phanérogames. Il fallut attendre jusqu'en 1854 pour voir Thuret démontrer la sexualité des Algues en expérimentant sur des Fucus. Enfin Henschel (1820) en Allemagne, puis Clos (1854) en France, montraient que la dioïcité (on disait alors diclinisme) s'accompagne, chez les plantes, de caractères sexuels secondaires, analogues à ceux que l'on connaissait déjà chez les animaux.

Dans un second article, nous poursuivrons l'étude de l'évolution des idées générales sur la sexualité au xix^e et au commencement du xx^e siècle.

G. Loisel,

Préparateur d'Embryologie générale
à la Faculté des Sciences de Paris.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PHYSIOLOGIQUE

PREMIÈRE PARTIE : CONSTITUANTS DE L'ORGANISME. ALIMENTS. DIASTASES

La présente revue est relative aux travaux de Chimie physiologique parus en 1904 et dans les derniers mois de l'année 1903. Ça et là, on a fait rentrer dans le cadre de cet exposé quelques travaux antérieurs à cette période, mais qui se rattachaient étroitement à des recherches de l'année courante. Il est à peine besoin de dire que cette revue est loin de comprendre tous les travaux, ni même tous les travaux importants parus durant cette année, car il aurait fallu la condenser à un point tel qu'en fait elle eût été réduite à une simple énumération de Mémoires. Il a paru plus utile de borner chaque année cet exposé à un certain nombre de questions, quitte à reprendre les autres les années suivantes, à l'occasion de quelque travail nouveau. Ajoutons que, cette revue devant compléter la revue annuelle de Physiologie, on s'en

est tenu ici au côté plus étroitement chimique des problèmes de la Chimie physiologique.

I. — BIBLIOGRAPHIE.

§ 1. — Périodiques.

Revue de la Société scientifique d'Hygiène alimentaire et de l'alimentation rationnelle de l'homme. — Ce nouveau périodique publie le procès-verbal des séances de la Société du même nom, des mémoires originaux, un index bibliographique et l'analyse des travaux touchant aux questions d'alimentation. Ont paru les trois premiers numéros du tome premier. Cette Société a été reconnue d'utilité publique.

ASHER et SPIRO : *Ergebnisse der Physiologie ; Biochemie*, deuxième année, 689 p., Wiesbaden,

1903, et troisième année, 636 p., 1904. — Voici les sujets de quelques-unes des monographies contenues dans ces deux volumes : II. Échanges de matière et d'énergie dans la nutrition (Speck). — Formation des graisses (G. Rosentfeld). — Élimination des substances étrangères par les urines (A. Heffter). — Matières colorantes de l'urine (Fr. N. Schulz). — Le lait (W. Raudnitz). — L'acide urique (H. Wiener). — Les échanges respiratoires (A. Jacquet). — Changements chimiques du muscle (O. von Fürth). — III. Chimie des spermatozoïdes (H. Burian). — La putréfaction intestinale (D. Gerhardt). — Physico-chimie des cellules et des tissus (W. Pauli). — Dédoublément diastasique des graisses (Connstein). — Configuration stéréochimique et action physiologique (S. Fränkel). — L'azote dans les échanges nutritifs des plantes (F. Czapek). — Physiologie des pentoses et de l'acide glycuronique (C. Neuberg). — La formation des hydrocarbonés à partir de l'albumine (L. Langstein). — Nouvelles recherches sur les échanges de matière et d'énergie chez l'homme (O. Atwater).

§ 2. — Traités généraux.

M. ARTHUS : *Éléments de Chimie physiologique*, 4^e éd., Paris, 1903, 441 p.

PH. BOTTAZI : *Physiologische Chemie für Studierende u. Aerzte*; trad. all. de l'édition italienne, par Boruttan, 2 vol. de 316 et 336 p., Vienne, 1901-1904. — L'ouvrage a été mis à jour par le traducteur.

J. CARRACIDO : *Tratado de Quimica biologica*, Madrid, 1903, 727 p.

O. HAMMARSTEN : *Lehrbuch der physiologischen Chemie*, 5^e éd., Wiesbaden, 1904, 715 p.

L. HUGOUNENQ : *Précis de Chimie physiologique et pathologique*, 2^e éd., Paris, 1903, 626 p.

M. KASSOWITZ : *Allgemeine Biologie*; t. III : *Stoff- und Kraftwechsel des Tierorganismus*, Vienne, 1904, 442 p. — L'ouvrage entier comprendra 4 volumes.

G. MOSSELMANN et G. HEBRANT : *Chimie physiologique*, 2^e éd., 1 vol., Paris, 1903.

O. SNYDER : *The chemistry of plant and animal life*, New-York, 1903, 406 p.

§ 3. — Ouvrages spéciaux.

E. ABDERHALDEN : *Bibliographie der gesamten wissenschaftlichen Literatur über den Alkohol und den Alkoholismus*, Berlin, 1904, 504 p.

O. COHNHEIM : *Chimie der Eiweisskörper*, 2^e éd., Brunswick, 1904, 315 p.

E. FROMM : *Die chemischen Schutzmittel des Thierkörpers bei Vergiftungen*, Strasbourg, 1903, 32 p.

G. GALLERANI : *La Spettrofotometria applicata alla Chimica fisiologica*, Milan, 1903, 395 p.

A. GAUTIER : *L'alimentation et les régimes chez l'homme sain et chez les malades*, 2^e éd., Paris, 1904, 660 p.

J. HAMBURGER : *Osmotischer Druck und Ionenlehre in den medicinischen Wissenschaften*, t. III, Wiesbaden, 1904, 516 p.

J. KÖENIG : *Chimie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel*, 4^e éd., t. I, 1903, 1553 p. — L'ouvrage complet aura 3 volumes.

O. LÖEW et POZZI-ESCOT : *L'énergie chimique primaire et la matière vivante*, Paris, 1904, 189 p.

L.-G. MAILLARD : *L'indoxyle urinaire et les couleurs qui en dérivent*, Paris, 1903, 118 p.

L. C. MAILLARD, A. PRENANT et P. BOUIN : *Traité élémentaire d'Histologie*, Paris, 1904. — L'ouvrage contient plusieurs chapitres d'histochimie et un grand nombre de renseignements d'ordre chimique incorporés aux descriptions histologiques.

MOUNEYRAT : *La purine et ses dérivés*, Paris, 1904, 98 p. (Collection Scientia).

C. OPPENHEIMER : *Die Fermente und ihre Wirkungen*, 2^e éd., Leipzig, 1903, 1 vol.

M. POZZI-ESCOT : *La nature des diastases*, Paris 1903, 114 p.

M. W. RAUDNITZ et K. BASCH : *Chimie und Physiologie der Milch*, Wiesbaden, 1903, 185 p. (Extrait du t. II des *Ergebnisse der Physiologie*; Biochemie.)

§ 4. — Traités de Technique analytique appliquée à la Chimie physiologique ou ouvrages pour l'enseignement pratique.

S. FRÄNKEL : *Praktischer Leitfaden der qualitativen und quantitativen Harnanalyse (nebst Analyse des Magensaftes)*, Wiesbaden, 1904, 88 p.

E. GÉRARD : *Traité des urines; Analyse des urines considérée comme un des éléments du diagnostic*, Paris, 1903, 492 p.

A. KILIANI : *Chemisches Praktikum für Mediziner*, Munich, 1904, 67 p.

A. KOSSEL : *Leitfaden für medizinisch-chemische Kurse*, 5^e éd., 1904, 71 p.

J. A. et Th. MILROY : *Practical physiological Chemistry*, Londres, 1903, 214 p.

F. ROEMANN : *Anleitung zum chemischen Arbeiten für Mediziner*, 2^e éd., Berlin, 1904, 98 p.

E. SENFT : *Praktikum der Harnanalyse (nebst der bei der Harnanalyse angewandten chemisch-physikalischen Methoden)*, Vienne, 1903, 152 p.

E. SPAETH : *Die chemische und mikroskopische Untersuchung des Harns*, 2^e éd., Leipzig, 1903, 532 p.

II. — LES MATIÈRES PROTÉIQUES.

Nos connaissances actuelles sur la constitution des matières protéiques ont été résumées dans cette

Revue d'abord par M. Kossel, puis par M. Hofmeister¹, et, l'année dernière, M. Kossel a refait, devant la Société chimique de Paris², l'exposé de ses idées sur cette question, problème fondamental et dont on peut dire qu'il est placé au seuil même de la Physiologie. — Nous passerons successivement en revue les protamines et les histones, puis les matières albuminoïdes.

§ 1. — Protamines et histones.

On sait que Kossel considère les protamines, extraites par lui et par ses élèves des testicules de divers poissons, comme de petits albuminoïdes, des albuminoïdes simplifiés. Par là, il entend non pas que ces composés ont une molécule nécessairement plus petite que celles des albumines proprement dites, mais qu'ils sont institués par l'association d'un plus petit nombre d'entre les groupements que l'on trouve dans les albumines, ces groupements pouvant, d'ailleurs, se répéter un grand nombre de fois. Ainsi, dans une étude plus approfondie de la salmine, et au cours de laquelle 98,4 % de l'azote total de ce composé ont pu être retrouvés dans les produits d'hydrolyse, Kossel et Dakin³ ont montré que cette protamine ne contient que cinq groupements qui sont : 1° un groupe *uréogène* (guanidine); 2° de l'*acide diamino-valérianique*, la réunion de ces deux groupes constituant l'arginine; 3° la *sérine* ou acide α -amino- β -oxypropionique; 4° de l'*acide amino-valérianique*; 5° de l'*acide α -pyrrolidine-carbonique*. C'est la première fois qu'une matière du groupe protéique a pu être hydrolysée de la sorte, c'est-à-dire avec analyse de la totalité des produits formés. Pour la clupéine, il faut ajouter un sixième groupe, l'*alanine*.

À l'occasion de ce travail, Kossel insiste à nouveau sur la nécessité qui s'impose d'étendre le sens chimique du mot albuminoïde, en faisant rentrer dans cette famille les protamines, et en constituant ainsi une série régulière de composés dont les premiers termes sont les protamines les plus simples, *salmine* et *clupéine*, les suivants, les protamines plus compliquées du groupe de la *sturine* et de la *cycloptérine*, les *histones* venant faire ensuite la transition⁴ vers les matières albuminoïdes proprement dites. Au contraire, Hammarsten, O. Lœw, Hofmeister se sont élevés contre ce qu'ils appellent une déviation regrettable du sens classique de cette dénomination. Le lecteur trouvera un résumé de ces critiques dans l'étude d'ensemble que Hofmeister a publiée sur les

matières albuminoïdes dans l'ouvrage de Asher et Spiro (*Ergebnisse der Physiologie*, I, Biochemie, p. 797 et 801, Wiesbaden, 1902).

Quoi qu'il en soit, l'étude des protamines continue à fournir des résultats très intéressants. Après avoir montré que le foie des Mammifères contient une diastase, l'*arginase*, qui dédouble rapidement l'arginine en ornithine et en urée, Kossel et Dakin¹ ont établi que la clupéine, digérée pendant dix-huit mois avec un extrait d'intestin, est dédoublée en une protone, la clupéone, en arginine, ornithine et urée et en d'autres produits. Or, cette clupéone ne fournit plus d'arginine par hydrolyse avec les acides, mais seulement de l'ornithine. Il semble donc qu'une diastase fournie par l'extrait intestinal a détaché de la molécule de la clupéine, c'est-à-dire d'un « petit albuminoïde », le groupement uréogène (guanidine), tandis que le complexe ornithine n'a pas été touché. Ces recherches sur le dédoublement diastasique des protamines ont donc fait connaître un nouveau mode de production de l'urée, dont les auteurs poursuivent l'étude avec des matières albuminoïdes proprement dites. Signalons encore, à propos des protamines, le travail de Kossel et Dakin sur les *cyprinines*, protamines nouvelles du sperme de carpe, et l'intéressante comparaison que Hugounenq² a commencée entre les protamines spermatiques de Kossel et les albumines que l'on peut retirer des ovaires des mêmes espèces. L'ovaire de hareng a fourni une *clupéovine*, qui, par ses caractères et la nature de ses produits d'hydrolyse, rentre dans la catégorie des albumines. Les différences dans les productions sexuelles mâles et femelles résident donc surtout dans la nature des matières albuminoïdes de ces productions.

En ce qui concerne les *histones* dont il vient d'être question, notons que ce groupe, créé par Kossel, est en pleine évolution. On y a fait rentrer successivement des corps sans doute très différents, si bien qu'il est impossible d'en donner une définition claire et précise. Dans la nouvelle édition du traité de Hammarsten, signalée plus haut, le lecteur trouvera (p. 49) un excellent résumé de l'état actuel de cette question.

§ 2. — Matières albuminoïdes.

1. *Nouveaux produits d'hydrolyse. Les polypeptides et les kyrines.* — L'étude du déboulement des matières albuminoïdes par divers agents (acides forts, diastases) a été activement continuée et a fourni un certain nombre de produits nouveaux.

Par hydrolyse de la caséine avec les acides forts, et grâce à une modification de la méthode par éthé-

¹ Numéros du 30 mai 1902 et du 13 mai 1903.

² Séance du 30 mai 1903.

³ KOSSEL et DAKIN : *Zeitsch. f. physiol. Chem.*, t. XL, p. 365, 1903, et t. XLI, p. 407, 1904.

⁴ Cf. I. BANG : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. IV, p. 331, 1904.

¹ KOSSEL et DAKIN : *Zeitsch. f. physiol. Chem.*, t. XLI, p. 321, 1904, et t. XLII, p. 181, 1904.

² HUGOULENQ : *C. R.*, t. CXXXVIII, p. 1062.

rification de E. Fischer¹, Skraup² a obtenu tout récemment :

1^o Des acides diamino-carboniques, à savoir un *acide diamino-glutarique* C⁹H¹²O⁴Az², qui paraît avoir été isolé à l'état de pureté, et un *acide diamino-adipique* C⁶H¹⁰O⁴Az², dont la formation n'a pas été nettement démontrée ;

2^o Des acides amino-polycarboniques, à savoir un *acide amino-oxysuccinique* C⁴H⁷OAz², en très petite quantité ; un acide contenant C⁸H¹⁰O⁶Az² et que l'auteur appelle provisoirement *dioxy-amino-subérique* ; un acide tribasique C⁹H¹⁶O⁶Az², l'*acide caséinique*, sans doute oxydiaminé ; deux *acides caséiniques* isomères, C²²H³⁶O⁸Az², dont l'un est inactif et l'autre dextrogyre.

De tous ces produits, seuls les acides diamino-glutarique, caséinique et caséinique apparaissent en quantité notable (environ 1 % de la quantité de caséine et plus encore). On remarquera que ces résultats enrichissent le groupe des acides oxyaminés gras, jusqu'ici uniquement représenté par la *sérine*³. Ce composé, d'abord isolé de la soie, a été trouvé depuis dans la corne, l'oxyhémoglobine, la sérum-albumine, et tout récemment dans la caséine par E. Fischer et ses élèves⁴. Ce groupe des acides oxyaminés est donc plus important qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent.

Dans ce clivage méthodique de la molécule, ce n'est pas tout d'isoler d'un mélange extrêmement complexe les produits qui ont pris naissance ; il faut encore établir exactement la constitution de chaque fragment, vérifier celle-ci par une synthèse, s'il est possible, puis étudier les destinées dans l'organisme de chacun de ces produits et leur rôle dans la nutrition. Même quand ces fragments sont relativement petits, cette seconde partie de la tâche arrête quelquefois les efforts des chercheurs pendant plusieurs années. C'est ainsi que de nombreux travaux se sont accumulés dans ces derniers temps sur des fragments de la molécule albumine, connus depuis longtemps, à savoir le groupe hydrocarboné, le groupe cystine et le groupe indol.

2. *Le groupe hydrate de carbone.* — La question du noyau hydrocarboné contenu dans les albuminoïdes présente un intérêt tout particulier pour le physiologiste et le médecin. On sait qu'un grand nombre d'essais de nutrition sur des animaux tendent à établir que l'on peut obtenir une accu-

mulation de glycogène dans le foie par une alimentation exclusivement albumineuse. D'autre part, les cliniciens ont remarqué que, si la suppression des amylacés dans la ration fait disparaître le sucre chez beaucoup de diabétiques, il en est d'autres — représentant cliniquement les formes graves — chez lesquels l'excrétion du sucre se poursuit même avec le régime carné absolu, ou qui, avec un régime mixte, perdent pendant des semaines des quantités de sucre bien supérieures à celles qui peuvent provenir de la ration ou des réserves de glycogène de l'organisme. Enfin, des chiens, privés des dites réserves par un jeûne prolongé, excrètent néanmoins des quantités notables de sucre lorsqu'on les intoxique par la phloridzine.

D'où provient ce sucre ? On a été conduit naturellement à le rapporter aux matières albuminoïdes. Mais faut-il admettre que le groupe hydrocarboné des albumines se détache simplement de ces dernières pour donner du sucre, ou bien qu'il peut se faire aussi une construction synthétique de sucre à partir d'autres fragments de la molécule ? Pflüger avait admis la possibilité d'une telle synthèse, et l'on verra plus loin les recherches qui ont été faites sur la production des sucres dans l'organisme aux dépens des amino-acides. Or, voici que Pflüger vient de modifier entièrement, dans un article remarqué¹, sa position dans cette importante question.

Il n'entre pas dans le plan de cette revue de faire un exposé complet du côté physiologique de ce problème, mais simplement de montrer quels sont les arguments nouveaux que la Chimie physiologique est en mesure de verser aux débats. Le lecteur trouvera, d'ailleurs, la bibliographie complète de la question dans les deux études très étendues et d'une critique très pénétrante que Langstein² vient de consacrer à cette question et auxquelles nous empruntons le résumé qui suit :

Voici d'abord les principaux arguments de Pflüger. A l'aide d'une nouvelle méthode de dosage — consistant essentiellement en une extraction par la potasse à 60 % et une précipitation à l'alcool — Pflüger montre que les réserves de l'organisme en glycogène sont bien plus abondantes qu'on ne l'avait admis jusqu'à présent, même chez l'animal qui a jeûné pendant longtemps et que l'on considérait comme ayant consommé presque entièrement ses hydrates de carbone. En sus de ces réserves, l'organisme peut faire appel aux groupements hydrocarbonés que contiennent les matières protéiques et que Pflüger évalue en moyenne à 10 % du poids de ces matières, et il est vraisem-

¹ E. FISCHER : *D. chem. Ges.*, t. XXXIV, p. 433, 1901.

² ZD. H. SKRAUP : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLII, p. 274, 1904.

³ On pourrait ajouter ici l'*acide tétra-oxy-amino-caproïque*, extrait par Orgler et Neuberg de l'acide chondroïtine-sulfurique du cartilage (*Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXVII, p. 407, 1903. — Voy. encore le présent exposé p. 24).

⁴ E. FISCHER : *Ibid.*, t. XXXIX, p. 154, 1903.

¹ PFLÜGER : *Pflüger's Arch.*, t. CIII, fasc. I-II, 1904.

² ASCHER et SPIRO : *Ergebnisse der Physiologie.* — *Biochemie*, I, 1902, p. 63, et III, 1904, p. 453.

blable, dit-il, que nos tissus contiennent encore bien d'autres matériaux, à allures de glucosides, c'est-à-dire pouvant fournir du sucre par simple dédoublement. C'est là un inventaire qui est à peine commencé. Il faut admettre, jusqu'à preuve du contraire, que, dans l'organisme, « le sucre vient du sucre ». Tout le reste n'est qu'illusion provenant de dosages de glycogène inexacts ou de tromperies de malades. « Il est plus facile de croire qu'un diabétique, possédé d'une effrayante envie de pain, a réussi à s'en procurer à l'insu du médecin, que d'admettre que des fragments de la molécule protéique, tels que la tyrosine, l'indol ou le glycolle, se transforment tout à coup en sucre par un coup de baguette magique. »

Tel est le débat soulevé. On en peut résumer ainsi le côté plus spécialement chimique : 1^o Quelles sont la nature et la quantité des hydrates de carbone qui préexistent dans la molécule des protéiques ? 2^o D'autres noyaux contenus dans cette molécule peuvent-ils fournir du sucre dans l'organisme ?

En ce qui concerne d'abord les hydrates de carbone fournis par les protéides, nous serons très brefs pour ce qui regarde les *nucléo-protéides*, dont le dédoublement fournit des pentoses. Les expériences faites sur la production du glycogène sous l'influence des ces composés n'ont encore donné que des résultats contradictoires¹. Le dédoublement des *mucines* et des *mucinoïdes* fournit, au contraire, jusqu'à 35 % de corps sucrés, parmi lesquels on a isolé une hexosamine, étudiée pendant longtemps sous le nom de *chitosamine* et qu'une synthèse récente de E. Fischer et Leuchs² a identifiée avec un α -amino-glucose : $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_5$. $(\text{CHOH})^3$. CH_2AzH^2 . COH .

Le passage de cette amine au sucre correspondant n'exige qu'une substitution de OH à AzH^2 , réaction dont on pourrait citer de nombreux exemples³. Toutefois, la formation de glycogène aux dépens de la glucosamine n'a pas encore pu être démontrée⁴.

Enfin, les *matières albuminoïdes proprement dites* contiennent aussi un groupe hydrocarboné, sur lequel Schutzenberger a fourni le premier des renseignements précis. Plus tard, on a extrait, sous la forme d'osazones, des corps sucrés d'un grand nombre de matières albuminoïdes, acidalbumine,

fibrine, sérum-albumine, albumines végétales ; seule, la caséine a donné des résultats constamment négatifs. Mais les matériaux employés ne présentaient pas, en général, de sérieuses garanties de pureté. C'est seulement dans ces dernières années que Langstein, Neuberg ont repris cette enquête avec des matières albuminoïdes cristallisées ou très soigneusement purifiées. De l'ovalbumine cristallisée, Langstein¹ a retiré de la chitosamine (glucosamine), la quantité totale de corps sucrés, évaluée à la liqueur de Fehling, étant de 10 à 11 %^o. La même amine a été extraite de la conalbumine (partie non cristallisable de l'ovalbumine), de l'euglobuline du blanc d'œuf (8,43 %^o), et de l'albumine du jaune d'œuf, où l'on a pu démontrer sa présence, à côté d'un autre groupement sucré, en la transformant par oxydation en acide norisosaccharique, l'autre groupe sucré donnant de l'acide saccharique². La sérum-albumine a fourni aussi à Langstein de la glucosamine (0,5 %^o), avec un autre hydrate de carbone à caractère acide, et, de la sérum-globuline, le même savant³ a retiré du glucose, peut-être du lévulose, un amino-hexose qui est sans doute de la glucosamine et un hydrate de carbone acide, en tout environ 1,3 %^o. Toutefois, l'interprétation de ces résultats est encore délicate, comme le démontre un travail de critique et de vérification sorti récemment du laboratoire de E. Fischer⁴. Le rendement en corps sucrés est très variable et l'on doit se demander si ces sucres font bien partie de la molécule des protéiques en question. Langstein⁵ admet, d'ailleurs, lui-même que les globulines du sang transportent probablement avec elles du sucre retenu en combinaison plus ou moins lâche, ce qui complique singulièrement la question.

On voit donc que l'enquête sur la qualité et sur la quantité des corps sucrés que les matières albuminoïdes peuvent fournir directement par simple dédoublement est à peine commencée. Il est donc difficile d'affirmer, avec Pflüger, que la réserve d'hydrate de carbone contenue dans l'ensemble des matières protéiques de l'organisme peut être évaluée à 10 %^o du poids de ces matières, et de con-

¹ LANGSTEIN : *Ibid.*, t. XXXI, p. 49, 1900.

² Cette méthode par l'acide norisosaccharique est à signaler particulièrement, la chitosamine étant seule à fournir ce composé, tandis que la galactosamine (signalée aussi par F. N. Schulz comme produit d'hydrolyse des albumines) donne de l'acide mucique, et l'acide glycuronique et le gulose, l'acide saccharique, trois acides dont la séparation est aujourd'hui facile (NEUBERG et WOLFF : *D. chem. Ges.*, t. XXXIV, p. 3840, 1904).

³ LANGSTEIN : *Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien*, t. CXII, Hb, 1903, et t. CXIII, mars 1904.

⁴ ABDERHALDEN, BERGELL et DÖRPINGHAUS : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLI, p. 530, 1904.

⁵ LANGSTEIN : *Ibid.*, t. XLII, p. 171, 1904.

¹ SALKOWSKI : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXII, p. 393, 1903. — NEUBERG et WOHLGEMUTH : *Ibid.*, t. XXXV, p. 541, 1902. — CREMER : *Zeitsch. f. Biol.*, t. XLII, p. 440, 1902.

² FISCHER et LEUCHS : *D. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 24, 1903.

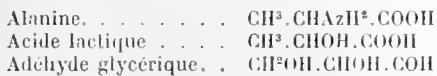
³ Voyez, p. 24, l'exemple de la transformation *in vivo* de l'alanine en acide lactique. Voy. aussi les recherches de S. Lang sur la « désamination » dans l'organisme (*Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. V, p. 321, 1904).

⁴ P. CATHCART : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXIX, p. 423, 1903.

clure ensuite que ces 10 % suffisent pour expliquer les pertes en sucres du diabétique ou de l'animal phloridziné (Langstein). C'est là évidemment une hypothèse gratuite, et l'embaras où nous laisse, dans cette question capitale pour la physiologie de la nutrition, l'insuffisance des données chimiques, montre une fois de plus que la tâche la plus proche qui s'impose à la Chimie biologique, c'est de continuer son enquête sur la composition des tissus et organes et sur la constitution chimique des principes immédiats de ces tissus. Seul un inventaire chimique approfondi de l'organisme fournira un terrain solide aux constructions de la Physiologie.

Passons maintenant à la seconde des deux questions posées plus haut, à savoir si d'autres fragments de la molécule albumine peuvent être invoqués comme producteurs de sucre *in vivo*. On est directement conduit à examiner cette hypothèse par ce fait que les quantités de sucre excrétées par certains diabétiques ou des animaux phloridzinés est si grande que, visiblement, elles ne peuvent être couvertes ni par les réserves en glycogène, ni par les fragments hydrocarbonés des protéiques de l'organisme¹. Au surplus, Mohr² vient de constater que les diabétiques recevant de la caséine, où le groupe hydrate de carbone fait défaut, excrètent plus de sucre qu'avec l'ovalbumine, qui en fournit de 10 à 11 %. On s'est donc tourné vers d'autres produits de dédoublement, et notamment vers les amino-acides en C³ et en C⁶, à savoir l'alanine et la leucine.

En ce qui concerne l'alanine, sa facile transformation en acide lactique par l'action de l'acide nitreux (E. Fischer) la met en relations chimiques directes avec le groupe des sucres, l'acide lactique étant la forme tautomère de l'aldéhyde glycérique, dont la condensation fournit facilement du glucose. Les formules suivantes résument ces transformations.



On connaît enfin les nombreuses relations biologiques qui existent entre l'acide lactique et le glucose (fermentation lactique, etc.).

L'expérience physiologique semble confirmer ces prévisions théoriques. Ainsi, F. Krauss³ a constaté que, chez des chats maintenus en état d'inanition et recevant de la phlorétine, la quantité

de sucre excrétée par les urines (additionnée de la quantité de glycogène qui subsiste dans les organes au moment de la mort) est plus forte lorsque les animaux reçoivent de l'alanine (5 gr. par jour pendant six jours). Ces résultats confirment ceux de Neuberger et Langstein⁴, qui ont observé une accumulation de glycogène dans le foie chez des lapins ayant reçu 20 à 30 grammes d'alanine après onze jours de jeûne. De plus, l'urine renfermait de notables quantités d'acide lactique, qui, théoriquement, apparaît comme terme de passage nécessaire de l'alanine aux corps sucrés.

Pour la leucine, une grave objection théorique avait été mise en avant tout d'abord : c'est l'existence d'une chaîne bifurquée dans ce composé. Mais F. Müller a fait remarquer avec raison que l'acide saccharique ou acide tétra-oxy-caproïque, qui dérive du glucose ou du lévulose par simple action de la chaux, possède la même chaîne bifurquée que la leucine, et Langstein, après avoir montré que l'acide tétra-oxy-amino-caproïque, récemment isolé du cartilage par Orgler et Neuberger⁵, prend de ce chef une importance biologique considérable, établit la série que voici :



Théoriquement, le passage de la leucine au glucose apparaît donc comme fondé; et plusieurs expériences plaident, au point de vue physiologique, dans ce sens. Ainsi, dans un cas de diabète à forme grave, avec une perte quotidienne de 49 à 63 grammes de sucre, Mohr ajoute à la ration 20 grammes de leucine par jour, et il constate que l'excrétion de sucre monte aussitôt à 72-75 grammes par jour, pour retomber, après la suppression de la leucine, à 55-59 grammes. Si ce mode de production du sucre dans l'organisme était définitivement démontré, la leucine apparaîtrait comme une des plus importantes sources de sucre de l'économie, car, si les albumines ne donnent guère que 3 à 4 % d'alanine, elles fournissent, au contraire, jusqu'à 45 % de leucine. D'autres amino-acides seraient encore à étudier ou à reprendre à ce point de vue, par exemple

¹ Voyez sur ce point le récent exposé de F. Krauss (*Berl. klin. Wochenschr.*, 1904, n° 1, p. 4) où se trouvent réunis quelques cas cliniques et expériences de laboratoire typiques.

² MOHR : *Zeitschr. f. klin. Med.*, t. LII, mai 1904.

³ F. KRAUSS : *Berl. klin. Wochenschr.*, t. XXI, p. 5, 1904.

⁴ NEUBERGER et LANGSTEIN : *Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt.*, 1903, p. 544.

⁵ ORGLER et NEUBERGER : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXVII, p. 407, 1903.

⁶ L. MOHR : *Zeitschr. f. klin. Med.*, t. LII, fasc. 3-4, 1904.

l'acide aspartique, déjà expérimenté à plusieurs reprises, et les acides oxy-aminés et thio-aminés, tels que les deux cystéines (voy. plus loin) et la sérine ou acide α -amino- β -oxypropionique, dont les relations avec l'alanine et l'acide lactique sautent aux yeux. Enfin, d'après Neuberg et Silbermann¹, ces acides oxy-aminés font la transition *in vitro* et constituent peut-être les termes de passage *in vivo* entre les diamino-acides (lysine) et les sucres. On ne peut qu'indiquer ces relations; elles suffiront pour montrer combien sont nombreux les problèmes qu'elles soulèvent au point de vue expérimental. Ce sont les destinées dans l'organisme de toute cette foule de produits de dégradation de l'albumine qu'il faudrait poursuivre pas à pas.

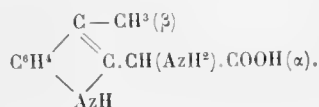
3. *Le groupe cystine.* — La *Revue* a rendu compte récemment (numéro du 30 avril 1903) des travaux de Friedmann sur la constitution de la cystine (de la corne et des cheveux). Il résulte de ces recherches que l'ancienne formule de Baumann, qui faisait de la cystéine un acide α -amino-thiolactique, doit être abandonnée et remplacée par le schéma $\text{CH}^2\text{SH}.\text{CH}(\text{AzH}^2).\text{COOH}$, c'est-à-dire que la cystéine devient l'acide α -amino- β -thiolactique, et par conséquent la cystine, le disulfure du dit acide. Mais voici que K.-A.-H. Mörner², le savant suédois auquel on doit la découverte de la cystine parmi les produits d'hydrolyse des protéiques, a trouvé que la cystine donne, par réduction suivie d'hydrolyse, des produits de dédoublement dont les uns (ammoniaque et acide α -thiolactique) feraient de la cystéine l'acide α -thio- β -amino-lactique, tandis que les autres (hydrogène sulfuré et alanine) en feraient, au contraire, l'acide α -amino- β -thiolactique. Comme, d'autre part, Friedmann a pu transformer la cystine en acide β -thiolactique, on est conduit à cette hypothèse que la cystine étudiée contenait à la fois les deux complexes α -amino- β -thiolactique et β -amino- α -thiolactique.

Cette conclusion est à rapprocher de ce fait annoncé par Neuberg et Wohlgenuth³, à savoir qu'il faut distinguer deux cystines, celle des calculs urinaires avec S en α et AzH^2 en β , et celle des matières albuminoïdes avec S en β et AzH^2 en α . Il sera intéressant aussi de connaître de plus près la cystine synthétique obtenue récemment par M. Erlenmeyer jun.⁴, en partant de l'éther formyl-hippurique, et qui contient S en β et AzH^2 en α .

On voit donc que la question du noyau cysti-

nique des matières albuminoïdes se complique non seulement par l'existence de stéréo-isomères, annoncée dès le début par Mörner, mais encore par celle d'isomères de structure. Notons ici que l'acide α -thiolactique, signalé de divers côtés comme un produit primaire de la décomposition des albumines, résulte, d'après Mörner, d'une action secondaire de l'hydrogène sulfuré, abandonné par la cystine, sur l'acide pyruvique, qui figure également parmi les produits de l'hydrolyse des protéiques. Cet acide est aussi un produit de réactions secondaires non encore élucidées¹.

4. *Le groupe indol.* — La constitution du groupe indol dans les matières albuminoïdes a également été remise en question tout récemment. Il y a longtemps que l'on a isolé, des produits de la putréfaction des albumines, quatre composés contenant le noyau indol; ce sont l'indol, le scatol, l'acide scatolcarbonique et l'acide scatolacétique. Comme substance mère de ces produits dans l'albumine, Nencki admettait l'existence d'un groupement d'acide scatol-amino-acétique :



On supposait que cet acide engendre les quatre produits en question par des transformations que l'on rapprochait volontiers de celles qui, dans la putréfaction de la tyrosine, conduisent au phénol, au *p*-crésol, à l'acide *p*-oxyphénylacétique et à l'acide *p*-oxyphénylpropionique. Naturellement, les acides scatolcarbonique et scatolacétique recevaient des formules correspondantes, mais sans que la position attribuée aux chaînes latérales fut vérifiée².

L'hypothèse de Nencki parut recevoir une confirmation définitive, lorsque Hopkins et Cole³ isolèrent des produits de la digestion pancréatique de la caséine un corps répondant à la formule brute de l'acide scatol-amino-acétique et qui, soumis à l'action de bactéries variées, fournissait les divers produits de putréfaction du groupe de l'indol. En même temps, le corps en question présentait les réactions du tryptophane ou protéinochromogène, c'est-à-dire de ce corps inconnu que l'eau bromée colore et précipite en violet et que Nencki et d'autres ont considéré comme la substance mère des matières colorantes de l'organisme. Mais, contre cette formule de l'acide scatolcarbonique, et par

¹ NEUBERG et SILBERMANN : *D. chem. G.*, t. XXXVII, p. 339 et 341, 1904.

² K.-A.-H. MOERNER : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLII, p. 349, 1904.

³ Cité d'après WOHLGENUTH : *Ibid.*, t. XL, p. 82, 1903.

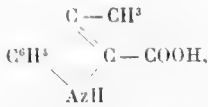
⁴ ERLENMEYER JUN : *D. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2720, 1903.

¹ K.-A.-H. MOERNER : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLII, p. 121 et 365, 1903.

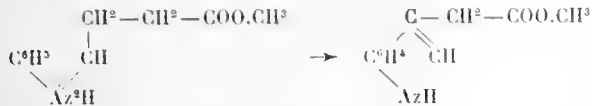
² Cf. A. ELLINGER : *D. chem. Ges.*, t. XXXVII, p. 1801, 1904.

³ HOPKINS et COLE : *Journ. of Physiol.*, t. XXVII, p. 418, 1901, et XXIX, p. 451, 1903.

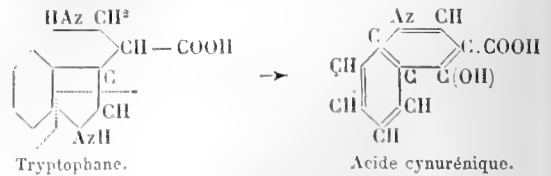
conséquent contre celle du tryptophane lui-même, plaideait très fortement ce fait que l'acide scatolcarbonique de synthèse, pour lequel Wislicenus et Arnold¹ ont établi la formule :



n'est pas identique à l'acide de putréfaction, lequel se confond, au contraire, comme l'a démontré Ellinger², avec l'acide indol-Pr-3-acétique³, tel qu'il est obtenu synthétiquement par soustraction d'ammoniaque à la phénylhydrazone de l'acide β-aldéhydo-propionique (ou mieux de l'éther méthylique de cet acide) :



Avec l'ancienne formule du prétendu acide scatolcarbonique de putréfaction tombe donc aussi la formule du tryptophane de Nencki. Parmi les nouvelles hypothèses que l'on peut faire touchant la constitution de ce dernier, il en est une que l'on peut adopter provisoirement avec Ellinger, parce qu'elle repose sur une expérience physiologique intéressante. Le tryptophane ajouté à la ration d'un chien provoque une hausse immédiate de la quantité d'acide cynurénique de l'urine⁴, et les rendements par rapport à la dose ingérée sont si considérables, qu'il n'y a pas lieu, quant à présent, d'admettre pour l'acide cynurénique, dans l'organisme du chien, une autre source que le tryptophane. Or, l'acide cynurénique est, d'après la synthèse de Camps⁵, l'acide γ-oxy-β-quinoléine-carbonique. Il suit de là que, des quatre formules que l'on peut imaginer pour le tryptophane, la plus probable est celle qui rend compte de sa transformation en un dérivé quinoléique, soit donc la suivante :



Le tryptophane serait donc un acide indol-aminopropionique, comme l'avaient d'abord soupçonné MM. Hopkins et Cole. Nous reviendrons plus loin sur les relations de ce composé avec l'indoxyle urinaire et l'acide cynurénique. Ne retenons ici que la conclusion à tirer de ce travail relativement à la constitution des matières albuminoïdes. On admet en général dans ces matières la préexistence d'un noyau pyridique. La nouvelle formule attribuée au tryptophane et la tendance de ce composé à engendrer un noyau pyridique par fermeture de sa chaîne latérale rendrait cette hypothèse superflue.

Enfin, c'est à ce noyau du tryptophane qu'il faut attribuer, d'après Cole⁴, un certain nombre de réactions colorées des matières albuminoïdes. Ainsi la réaction de Liebermann (coloration bleue obtenue en faisant bouillir avec de l'acide chlorhydrique fumant de l'albumine lavée à l'alcool et à l'éther) est due à l'action du tryptophane, résultant de la décomposition de l'albumine, sur l'acide glyoxylique que l'éther commercial apporte toujours comme impureté. La réaction du furfurole (coloration rouge pourpre par chauffage de l'albumine avec de l'acide chlorhydrique fort et du sucre ou du furfurole) est également une réaction du tryptophane, comme aussi celle de Reichel (coloration bleu foncé par chauffage de l'albumine avec une goutte de chlorure ferrique et un peu d'une aldéhyde aromatique comme la benzaldéhyde).

III. — AUTRES CONSTITUANTS DE L'ORGANISME. SUBSTANCES DIVERSES.

§ 1. — Arsenic

La méthode par laquelle A. Gautier a découvert en 1899 l'arsenic normal dans les tissus de l'homme et des animaux est d'une exactitude telle qu'elle permet de trouver ce métalloïde même quand il n'en existe qu'une partie sur 50 à 100 millions de fois le poids de l'organe examiné, par exemple, un millième de milligramme perdu dans 100 grammes de foie ou de muscle. Mais elle est d'une application délicate, et surtout elle emploie une série de réactifs qui, tous, contiennent une trace d'arsenic, soit pour 100 à 150 grammes de tissus à traiter à peu près de 0^{mg}, 0005 à 0^{mg}, 001, donc près de un millième de milligramme. Enfin, cette méthode est en défaut dans certains cas.

¹ WISLICENUS et ARNOLD : *Liebig's Ann. d. Chem.*, t. CCXLVI, p. 334, 1886.

² A. ELLINGER : *Loc. cit.*

³ Le préfixe Pr, employé dans l'expression ci-dessus, indique que la substitution acétique est faite dans le noyau pyrrolique et les numéros d'ordre 1, 2, 3, désignent les trois sommets libres de ce noyau.

⁴ Ainsi s'explique une observation de Glærsner et Langstein (*Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. I, p. 34, 1902), qui, en faisant ingérer à des chiens certaines fractions des produits de l'autodigestion du pancréas, avaient constaté une augmentation considérable de l'acide cynurénique dans l'urine. D'autre part, l'extirpation du pancréas chez le chien diminue énormément ou même annule l'excrétion d'acide cynurénique.

⁵ R. CAMPS : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXIII, p. 390, 1901.

⁴ S.-W. COLE : *Journ. of. Physiol.*, t. XXX, p. 311, 1903.

Celle que A. Gautier emploie aujourd'hui est d'une sensibilité plus prodigieuse encore, puisqu'elle permet de retrouver et de mesurer une quantité d'arsenic représentant la milliardième partie de la masse mise en traitement. En voici le principe : Lorsque, dans une solution arsenicale quelconque, on ajoute, après neutralisation, du sulfate ferrique, pur d'arsenic, et qu'on porte à l'ébullition, l'arsenic de la liqueur est entraîné en totalité par le sel ferrique qui se précipite à chaud, et cet entraînement est si parfait que l'on peut retrouver et doser ainsi, par exemple 1 millième de milligramme ajouté à 1 litre d'eau pure ou salée, et même chargée de matières organiques. Le sel de fer précipité est simplement dissous dans l'acide sulfurique, et cette solution est introduite dans l'appareil de Marsh.

A l'aide de cette méthode, A. Gautier a pu s'assurer que l'arsenic n'est pas universellement contenu dans toute cellule vivante à la façon du phosphore, par exemple. Ainsi le sang normal n'en renferme pas. La viande des mammifères n'en contient que 0^m^{gr}, 0006 à 0^m^{gr}, 001 (pour 100 gr. de substance fraîche), quantité infime si on la compare à celles que fournissent des poids égaux de corne (0^m^{gr}, 200 à 0^m^{gr}, 500). Les feuilles vertes de choux, les haricots verts n'ont pas donné de trace d'arsenic. A. Gautier calcule que la ration moyenne du Parisien renferme 0^m^{gr}, 02097 d'arsenic par jour ou 7^m^{gr}, 66 par an, dont la majeure partie est apporté par le vin, l'eau de boisson et le sel marin. G. Bertrand en a trouvé également dans l'œuf des oiseaux¹.

Notons encore que G. Bertrand² a proposé l'emploi de la bombe calorimétrique de Berthelot pour la destruction des tissus dans lesquels on doit rechercher l'arsenic. Il est certain qu'on évite ainsi l'emploi de tout réactif (acides sulfurique et azotique, hydrogène sulfuré) pouvant apporter de l'arsenic.

Ségale a pu refaire la démonstration de la présence de l'arsenic dans les organes animaux en utilisant une réaction biologique extrêmement sensible, décrite par Gosio, et qui consiste à observer l'odeur alliée particulière produite par le développement de certains penicilliums (*P. brevicaulis*) sur des liquides contenant une trace d'arsenic. Mais il faut, au préalable, décomposer le tissu par autolyse, de façon à mettre l'arsenic sous forme accessible au penicillium³.

¹ A. GAUTIER : *C. R. de la Société de Biologie*, t. LV, p. 1025 et 1076, 1903. — A. GAUTIER et P. CLAUSMANN : *Ibid.*, t. LVII, p. 55, 1904. — G. BERTRAND : *Ann. de l'Institut Pasteur*, t. XVII, p. 516, 1903.

² G. BERTRAND : *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, juillet 1903.

³ GOSIO : *D. chem. Ges.*, t. XXX, p. 1024, 1897. — SÉGALE :

§ 2. — Iode, fer et chaux.

D'après Justus, l'iode serait, au contraire de l'arsenic, un élément constituant de toute cellule animale. Déjà A. Gautier, Bourcet et d'autres observateurs avaient démontré, d'ailleurs, la grande diffusion de l'iode dans la nature. En employant des quantités suffisantes de matière première, Justus a pu déceler de l'iode dans tous les organes. Les quantités varient (en centièmes de milligrammes et pour 100 gr. d'organe frais) de 976 (glande thyroïde) à 11 (intestin grêle).

Schmey a fait de même une révision des dosages du fer dans les organes ou tissus animaux, principalement dans le tissu musculaire rouge et blanc. La séparation et la pesée du fer avaient lieu à l'état de phosphate ferrique. On sait que ce procédé donne aisément des résultats trop forts, et que, pour de petites quantités de fer, la valeur relative de cet excès peut devenir énorme (Lapicque). — Enfin, on doit à Toyonaga de nouvelles recherches sur la répartition de la chaux (et de la magnésie) dans divers organes.

En ce qui concerne la présence dans l'organisme d'autres corps simples non encore recherchés méthodiquement, nous ne ferons que signaler ici le travail de Quinton sur « l'eau de mer, milieu organique », et dans lequel l'auteur défend cette thèse que, l'eau de mer ayant constitué primitivement le milieu vital de tous les êtres vivants, les organismes supérieurs tendent encore de nos jours à maintenir à leurs cellules un milieu vital intérieur de composition analogue à celle de l'eau de mer, conséquemment qu'il faut s'attendre à trouver dans ce milieu tous les corps que l'on rencontre dans l'eau de mer, jusqu'au brome, au manganèse, au cuivre, à l'or, etc... Le lecteur trouvera dans ce travail un exposé complet de toutes les constatations faites jusqu'à ce jour dans ce sens⁴.

§ 3. — L'adrénaline.

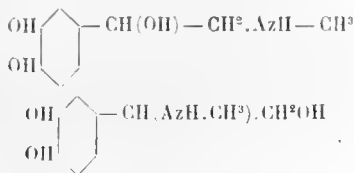
Nous placerons ici quelques données importantes récemment acquises touchant l'adrénaline, principe actif des capsules surrénales. Tout d'abord, G. Bertrand vient d'établir d'une façon définitive la formule de ce composé. Ayant extrait de 118 kilos de capsules surrénales de cheval 125 grammes d'adrénaline, Bertrand a divisé 110 grammes de ce produit, dissous dans de l'acide sulfurique normal, en une cinquantaine de fractions, par des précipi-

Zeitschr. f. physiol. Chem., t. XLII, p. 175. — HAUSMANN : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. V, p. 397, 1904.

⁴ JUSTUS : *Arch. de Virchow*, t. CLXXVI, avril 1904. — SCHMEY : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXIX, p. 215, 1903. — QUINTON : *L'eau de mer, milieu organique*, Paris, 1904. — TOYONAGA : *Biochem. Centralbl.*, t. II, p. 641, 1904.

tations successives au moyen de l'ammoniaque, et il a analysé quatre ou cinq fractions éloignées les unes des autres. Toutes les analyses ont été concordantes et ont conduit à la formule d'Aldrich, $C^9H^{13}AzO^3$, en accord avec le poids moléculaire que G. Bertrand a établi par cryoscopie.

Quant à la constitution du composé, elle est déjà presque entièrement élucidée. Le fait capital, observé par Takamine et précisé par O. von Fürth, est la production d'acide protocatéchique par fusion de l'adrénaline avec les alcalis. On est donc en présence d'un dérivé de la pyrocatéchine avec une chaîne latérale grasse dont la position est connue, mais sur la constitution de laquelle on discute encore. Les deux formules les plus probables sont les suivantes, proposées par Pauly :



Un récent travail de Friedmann tendrait à faire admettre plutôt la première¹.

IV. — ALIMENTS. — RATIONS. — DÉPENSES D'ÉNERGIE DANS LES ORGANISMES.

La question de l'alimentation de l'homme sain et malade vient d'être exposée d'une façon magistrale et complète par A. Gautier dans l'ouvrage cité plus haut (voy. *Bibliographie*).

Dans un ordre d'idées analogue, il nous faut citer ici, comme ouvrage d'ensemble, le traité de M. Rubner² sur les lois de la dépense de l'énergie pendant la nutrition, et dans lequel ce savant résume, avec les travaux d'autres observateurs, les résultats des recherches personnelles poursuivies par lui sur cette question pendant près de vingt ans.

Il nous est impossible de donner ici un exposé d'ensemble des travaux faits dans cette direction. On se bornera donc à l'indication de quelques questions.

Les physiologistes et les hygiénistes continuent à se préoccuper de la détermination des quantités minimum de chaque aliment nécessaires à l'entretien de la vie. La question du *besoin minimum d'al-*

bumine, si importante théoriquement et pratiquement, a surtout été agitée. Dans les milieux médicaux où, depuis quelques années, on est frappé des inconvénients d'une alimentation trop riche en matières azotées, on tend à admettre que des quantités d'albumine notablement inférieures à 1 gramme d'albumine par kilogramme et par jour (par exemple, 0 gr. 75 environ) seraient suffisantes, et cette conclusion est appuyée surtout sur des expériences physiologiques d'équilibre azoté ou sur des sujets isolés. Au contraire, A. Gautier¹ maintient la nécessité d'un apport d'albumine plus élevé (environ 1 gr. 27 par kilogramme et par jour), et il déduit cette conclusion principalement de la consommation moyenne d'albumine par la population parisienne pendant vingt ans, mode d'observation empirique, dont il a tout récemment, une fois de plus, justifié l'emploi et démontré les avantages.

Maurel² a fait aussi l'évaluation approximative des quantités minima de divers aliments minéraux nécessaires à l'entretien de la vie. Par kilogramme de poids vif et par jour, il faut fournir : pour la potasse, 0 gr. 06 chez l'adulte et 0 gr. 07 chez le nourrisson; pour la chaux, environ 0 gr. 01 chez l'adulte et 0 gr. 034 chez le nourrisson; pour la magnésie, 0 gr. 005 chez l'adulte et 0 gr. 0065 chez le nourrisson; pour l'acide phosphorique, 0 gr. 04 à 0 gr. 05.

En ce qui concerne la *mesure des dépenses d'énergie* de l'organisme, remarquons d'abord que la méthode de la bombe calorimétrique de Berthelot est maintenant d'un usage courant dans un grand nombre de laboratoires de Physiologie, tant pour l'évaluation directe de la valeur calorifique de la ration que pour la mesure des quantités d'énergie emportées par les excréments, urine et fèces. Les excréments sont traités après dessiccation. Quant à l'urine, on la fait absorber au préalable par de petits blocs de cellulose proposés par Kellner, de valeur calorifique connue; on dessèche le tout à 60°, puis on brûle dans la bombe; mais on peut aussi comburer directement l'urine desséchée. D'intéressantes recherches ont été faites ainsi sur la valeur calorifique du lait de femme, des fèces de nourrissons sain et malade, etc.³

La bombe calorimétrique a servi aussi à mesurer

¹ G. BERTRAND : *Bull. Soc. chim.* (3), t. XXXI, p. 1188, 1904. — O. VON FÜRTH : *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien; math.-naturwiss. Klasse*, t. CXII, Abt. III, mars 1903. — PAULY : *D. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2944, 1903. — FRIEDMANN : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Path.*, t. VI, p. 92, 1904.

² RUBNER : *Die Gesetze des Energie Verbrauches bei der Ernährung*, Leipzig et Vienne, 1902, 426 p.

¹ A. GAUTIER : *Revue de la Soc. scientit. d'hygiène aliment.* etc., t. I, p. 417, 1904. — G. BORDET : *Bull. de thérap.*, décembre 1900. — LAUMONIER : *Ibid.*, t. CXLVII, p. 197. — MAUREL : *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LV, p. 1281, 1903.

² MAUREL : *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LV, p. 1282, 1903, et t. LVI, p. 706 et 751, 1904.

³ Voyez notamment : SCHLOSSMANN : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XXXVII, p. 324, 1903, et *Berl. klin. Wochenschr.*, t. XL, n° 12, 1903. — K. FARKAS et M. KORBELY : *Pflüger's Arch.*, t. CIV, p. 364, 1904. — F. TANGL : *Ibid.*, p. 433.

la dépense d'énergie qui accompagne des phénomènes d'ordre très délicat, comme ceux du développement des embryons. Tangl a montré que le contenu d'un œuf de poule, au début et à la fin du développement, possède respectivement une valeur calorifique moyenne de 91 et de 75 (grandes) calories. Comme, pendant ce temps, l'œuf n'a perdu que de l'eau et de l'acide carbonique, c'est-à-dire des corps non combustibles, la différence, soit 16 calories, représente l'énergie qu'a coûté le développement de l'embryon. D'autre part, la perte de poids de l'œuf a été d'environ 9 gr. 87, dont 1 gr. 55 de matériaux solides. Si l'on divise le nombre de calories dépensées (16 cal.) par le poids de matières solides disparues (1 gr. 55), on obtient un quotient qui oscille entre 9 et 10 calories, c'est-à-dire qui représente à peu près la valeur calorifique de 1 gramme de graisse. Ce sont donc surtout les graisses du jaune d'œuf qui ont fourni l'énergie nécessaire au développement. Tangl et ses élèves ont étudié aussi la dépense d'énergie correspondant aux divers stades de la vie du ver à soie et au développement d'œufs de poisson (truite). Enfin, Rubner a évalué de même l'énergie que coûte le développement de certains micro-organismes¹.

V. — LES ACTIONS DIASTASIQUES.

§ 1. — Lois générales.

Continuant ses études² sur les lois d'action des diastases, assimilées aux agents catalytiques, V. Henri a établi, avec Larguier des Bancelles, une méthode générale dite de combinaison, qui repose sur la mesure des vitesses de deux réactions catalytiques isolées et de leur mélange, par exemple les vitesses de l'inversion du saccharose et de la saponification de l'acétate de méthyle par un acide, étudiées d'abord séparément, puis dans un mélange de saccharose et de l'éther. Cette étude permet de décider si l'on est en présence d'un seul catalyseur ou de deux catalyseurs et de dire quel est le mécanisme intime de la catalyse, c'est-à-dire s'il y a *catalyse pure* par simple présence (cas de l'action des acides sur le saccharose, par exemple) ou *catalyse médiate*, avec combinaisons intermédiaires (cas des actions diastasiques).

A l'aide de cette méthode, et en mesurant les vitesses d'action par la détermination des variations de la conductibilité électrique, V. Henri, Larguier

des Bancelles et S. Lalou ont montré dans une série de Notes : 1° que l'action de la trypsine sur la caséine et sur la gélatine (laquelle appartient au groupe des catalyses médiates) résulte de l'action d'une seule diastase protéolytique et non de deux diastases différentes ; 2° que, dans l'action de l'émulsine sur l'amygdaline et sur la salicine, c'est aussi une seule et même diastase qui intervient de part et d'autre, et, de plus, que, dans cette catalyse médiate, ce n'est pas la partie de la diastase demeurée libre qui produit la transformation, mais c'est la combinaison intermédiaire entre le ferment et le glucoside, qui se décompose en donnant naissance aux produits de la réaction³.

§ 2. — Hydrolyse diastasique des polysaccharides et des glucosides.

Bourquelot a montré que, dans cette question dont la complexité paraît augmenter de jour en jour, on peut dès à présent énoncer quelques règles générales qui permettent de classer sans effort un nombre considérable de faits actuellement très confus :

1° Pour hydrolyser les hexobioses du glucose droit, de façon à revenir aux deux molécules de glucose, il faut autant de diastases différentes qu'il y a de combinaisons (Bourquelot et Hérissey). Ainsi le maltose, le tréhalose, le gentiobiose, le touranose sont respectivement hydrolysés par la *maltase*, la *tréhalase*, la *gentiobiase* et la *touranase*. Etant donné ce que nous savons de l'individualité des diastases, on conçoit qu'il doive en être ainsi, car, dans ces divers isomères, le mode de liaison entre les deux molécules de glucose étant très différent, il est naturel que l'agent de dédoublement soit chaque fois différent :

2° Pour dédoubler chacun des hexobioses que le glucose forme lui-même avec d'autres hexoses, il faut aussi un ferment particulier. Ainsi le saccharose, le lactose et le mélibiase sont respectivement dédoublés par l'*invertine*, la *lactase* et la *mélibiase* ;

3° En ce qui concerne les hexotrioses, qui résultent de la combinaison des hexobioses avec des hexoses, on conçoit que la diastase, qui attaque un hexobiose donné à l'état de liberté, l'attaque encore dans la molécule de l'hexotriose qui le contient ; mais il n'y aura séparation que d'une des deux molécules constituant cet hexobiose, l'autre restant combinée au troisième hexose de l'hexotriose. Ainsi, dans les hexotrioses qui dérivent du sucre de canne, dans le gentianose par exemple, l'*invertine* décroche une molécule de lévulose, et laisse la molécule de glucose combinée avec la troi-

¹ E. TANGL : *Pflüger's Arch.*, t. XCHI, p. 327, 1903. — FARKAS : *Ibid.*, t. XCVIII, p. 490, 1903. — F. TANGL et K. FARKAS : *Ibid.*, t. CIV, p. 624, 1904. — M. RUBNER : *Arch. f. Hygiene*, t. XLVIII, p. 260, 1904.

² VICTOR HEINRICH : *Lois générales de l'action des diastases*, Paris, 1903.

³ C. R. de la Soc. de Biol., t. LV, p. 563, 757, 788, 789, 864, 865 et 866.

sième molécule du triose, c'est-à-dire avec une autre molécule de glucose, sous la forme de gentiobiose. Pour achever l'hydrolyse, il faut faire intervenir une deuxième diastase, qui sera une diastase des hexobioses, dans l'exemple choisi, la *gentiobiase*.

4° De même, pour l'hydrolyse totale des hexotétries et plus généralement des polysaccharides de plus en plus condensés, il faut faire intervenir autant de diastases que le polysaccharide renferme de molécules d'hexoses, moins une. Comme il n'est pas impossible qu'une même diastase intervienne plusieurs fois (dans le cas où le polysaccharide renfermerait plusieurs groupements d'un même hexobiose, par exemple le maltose), on pourrait énoncer ainsi la règle ci-dessus : *L'hydrolyse intégrale d'un polysaccharide exige autant d'actes diastatiques différents que ce composé renferme de molécules sucrées moins une.*

Enfin, avec les hexotrioses et les polysaccharides plus condensés apparaît une autre notion importante, à savoir que, *dans l'hydrolyse d'un polysaccharide, les ferments doivent agir successivement et dans un ordre déterminé.* Ainsi, dans l'hydrolyse du gentianose, l'invertine dédouble d'abord ce sucre en lévulose et en gentiobiose, puis intervient la gentiobiase qui décompose le gentiobiose en deux molécules de glucose. L'hydrolyse des mannanes de la graine de *Phoenix canariensis*, des mannanes du corozo, étudiée aussi par Bourquelot et Hérissey, constitue une nouvelle confirmation de cette règle.

Des règles analogues peuvent être établies pour les glucosides⁴.

§ 3. — Diastases diverses.

Continuant ses recherches sur les *diastases réductrices et oxydantes* des tissus⁵, Abelous est arrivé, avec Aloy, à cette conclusion que ces deux agents sont une seule et même diastase, à la fois oxydante et réductrice. En effet, l'air et l'oxygène entravent également l'oxydation de l'acide salicylique et la réduction des nitrates par l'extrait aqueux de foie. L'influence de la température, celle des substances empêchantes (sulphydrate et sulfocyanate d'ammoniaque, nicotine), présentent un parallélisme frappant; enfin, les organes qui fournissent les extraits les plus oxydants donnent également les extraits les plus réducteurs. Cette réduction est sans doute une hydrogénation, car la transformation de la nitrobenzine en aniline par les tissus, la réduction

de l'acide picrique en acide picramique, précédemment établie par Abelous et Gérard, sont soumises aux mêmes conditions que l'activité de cette diastase oxydo-réductrice. Les extraits végétaux (suc de pomme de terre) possèdent aussi ce pouvoir. Cette double réaction d'oxydation et de réduction peut être démontrée en partant des corps les plus variés. S'inspirant d'une observation de Bourquelot, Girard et Ricquié viennent encore de la reproduire avec la morphine, que la macération du rein de cheval transforme en oxymorphine, ce produit pouvant être inversement ramené à l'état de morphine dans le sein du même liquide¹.

Un grand nombre d'autres travaux sur les oxydases seraient à citer ici, notamment la série déjà longue des recherches publiées en 1903 et en 1904 par Bach et Chodat dans le *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, sur les oxydases et les peroxydases et leur rôle dans la cellule vivante. Notons aussi le débat qui s'est élevé au sujet du phlothion de Rey-Pailhade, dont Abelous et Ribaut nient l'existence, la transformation du soufre en hydrogène sulfuré étant, d'après ces auteurs, non une action diastatique, mais un phénomène purement chimique. Sans vouloir trancher ici la question de l'existence de la diastase hydrogénante de Rey-Pailhade et de Pozzi-Escot, il est de fait que le dégagement d'hydrogène sulfuré produit par le mélange de fleur de soufre et de blanc d'œuf ou de divers tissus ou liquides (foie, rein, sang, lait) n'est pas suspendu par l'ébullition, ni gêné par le fluorure de sodium. Cette action, qui s'épuise au bout d'un certain temps, et qui, dans le blanc d'œuf, accompagne la fraction de l'ovalbumine cristallisée, peut être obtenue aussi avec beaucoup de corps sulfurés (benzilmercaptan, thiophénol, acide thioglycolique). C'est donc bien une action purement chimique (Hausmann et Hefster²).

La *Revue* a rendu compte des travaux de Connstein, Hoyer et Wartenberg sur la présence, dans les graines de ricin d'un agent capable d'opérer presque quantitativement le *dédoublé des matières grasses* en glycérine et en acides gras (numéro du 30 mars 1903, p. 298). Nicloux a reconnu que cette propriété lipolytique si remarquable est exclusivement réservée au cytoplasma, à l'exclusion de toutes les autres parties de la graine. Une partie de ce cytoplasma supposé sec saponifie en trente minutes (en présence d'acide

¹ E. BOURQUELOT : *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LV, p. 386, 1903. — BOURQUELOT et HÉRISSEY : *Ibid.*, t. LV, p. 567 et 699, 1903.

² ABELOUS et GÉRARD : *C. R.*, t. CXXIX, p. 56, 464 et 1023. — ABELOUS et BIARNÈS : *Arch. de Physiol.*, t. XXX, p. 664.

¹ ABELOUS et ALOY : *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LV, p. 714, 891 et 1535, 1903, et t. LVI, p. 222, 1904. — GÉRARD et RICQUIÉ : *Ibid.*, t. LVI, p. 904, 1904.

² ABELOUS et RIBAUT : *Bull. Soc. chim.*, t. XXXI, p. 698, 1904. — M. HAUSMANN et A. HEFFTER : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. V, p. 213, 1904.

acétique dilué et à 20°) cinquante fois son poids d'huile, dans la proportion de 80 %. Une telle activité fait penser immédiatement à une action diastasique, ainsi que l'ont cru, d'ailleurs, dès le début la plupart des auteurs. De fait, Nicloux a montré que l'action de la température, la constance d'action du cytoplasma, l'action des produits de la réaction, la proportionnalité entre la quantité de cytoplasma et la quantité d'huile saponifiée, la loi qui exprime la vitesse de saponification, font apparaître un parallélisme complet entre le cytoplasma et les diastases, invertine, émulsine, amylase, trypsine, maltase. Et pourtant cet agent se distingue de toutes les diastases (ou ferments solubles) actuellement connues par ce fait qu'il n'est pas soluble dans l'eau, qu'il est même instantanément détruit par l'eau pure ou l'eau acidulée, dès qu'il n'est plus protégé par l'huile. En effet, un mélange : cytoplasma + huile + eau est le siège d'une saponification régulière, tandis que dans un mélange : cytoplasma + eau acidulée + huile, cette dernière n'est point saponifiée. Le caractère de solubilité dans l'eau ne serait donc pas pour les diastases un caractère spécifique¹.

L'étude des *lipases d'origine animale* a été poursuivie aussi de divers côtés. Un exposé complet de cette question a été fait récemment par Connstein — dont le nom vient d'être cité plus haut — dans les *Ergebnisse der Physiologie*², avec une bibliographie complète, ne comportant pas moins de 151 mémoires. Et voici à peu près comment conclut l'auteur, spécialiste en la matière : L'exposé qui précède fait ressortir, dit-il, un contraste frappant entre le nombre des faits établis d'une manière définitive et celui des publications qu'on vient de citer. Partout des contradictions et des controverses, même en ce qui concerne les phénomènes

essentiels, si bien que, sur la base des faits actuellement décrits, toute construction est impossible, puisque tout ce qui est fondamental vacille et tremble. Ce jugement nous dispense d'insister ici davantage.

En ce qui concerne la *technique* des recherches sur les diastases, dont l'étude exige qu'on se mette à l'abri de l'intervention des ferments figurés, il convient de rappeler ici que, d'après Ch. Richet, le chloroforme et le benzène n'arrêtent d'une manière durable la fermentation lactique que s'il y a émulsion complète de ces agents, employés simultanément, avec le liquide étudié. Il ne faudrait donc pas croire que la simple addition de l'un ou l'autre de ces antiseptiques mette dans tous les cas à l'abri des actions bactériennes, comme on l'admet d'ordinaire implicitement.

Dans l'intéressante question des *toxines et antitoxines*, qui jusqu'à présent est restée toute entière sur le terrain de la Physiologie pathologique, il convient de signaler le travail de Ch. Richet² sur la *thalassine*, poison pruritogène et corps cristallisable extrait des tentacules des Actinies et qui possède un notable pouvoir antitoxique contre l'autre poison tentaculaire des Actinies, la *congestine*. La thalassine contient 10 % d'azote ; elle n'est précipitée ni par l'acide phosphotungstique, ni par l'iodure de potassium iodé, ni par le chlorure de platine ou le nitrate d'argent. Les divers précipités et le charbon animal l'entraînent très facilement. C'est la première fois que l'on a isolé une antitoxine à l'état de pureté.

Dans un deuxième article, nous passerons en revue les travaux relatifs à la digestion, au sang et à l'urine

D^r E. Lambling,

Professeur à la Faculté de Médecine de Lille.

¹ M. NICLOUX : *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LVI, p. 701, 702, 839, 840 et 868, 1904.

² ASCHER et SPIRO : *Ergebnisse der Physiol. Biochemie*, t. III, p. 194-232, Wiesbaden, 1904.

¹ CH. RICHEL : *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LVI, p. 246, 1904.

² CH. RICHEL : *Ibid*, t. LV, p. 246, 707 et 1071, 1903.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

de Larminat (E.). — *Topographie pratique de Reconnaissance et d'Exploration, suivie de Notions élémentaires pratiques de Géodésie et d'Astronomie de campagne.* — 1 vol. in-8° de 340 pages et 138 figures. Ch. Lavauzelle, éditeur. Paris, 1904.

Le capitaine de Larminat, professeur-adjoint de Topographie à l'École spéciale militaire de Saint-Cyr, fait paraître, sous le titre de : *Topographie pratique de Reconnaissance et d'Exploration*, un véritable traité de figuré du terrain et de détermination des positions géographiques, qui est appelé à rendre les plus grands services à tous ceux qui auront, soit à parcourir des régions entièrement inconnues, soit à établir la carte provisoire ou de reconnaissance d'un territoire où n'existeraient encore que des itinéraires.

L'ouvrage est divisé en trois parties. Partant de ce principe fondamental et absolument exact, que, pour pouvoir rendre avec vérité les formes du terrain (surtout dans les conditions rapides où l'on est forcément obligé d'opérer en exploration dans les pays d'occupation récente), il faut avoir des notions précises sur les lois physiques et mécaniques qui ont présidé à leur modelé, l'auteur expose ces dernières en quelques pages, d'une façon très claire, quoique sommaire; il insiste principalement sur les lois de l'érosion. Cette première partie se termine par quelques conseils pratiques pour la représentation du terrain par ses courbes de niveau, où l'on insiste sur les deux points très importants suivants : l'ordre à suivre dans le dessin des formes du terrain et la généralisation de ces dernières. Des figures très claires accompagnent tout cet exposé et nous ne pouvons regretter qu'une seule chose, l'absence de figurés de terrain pris dans les régions désertiques du sud de l'Algérie et de la Tunisie, qui auraient pu donner au lecteur une idée des effets de l'érosion dans les terrains très spéciaux qu'il pourra être appelé à rencontrer souvent, particulièrement en Afrique.

La seconde partie est consacrée aux procédés et aux méthodes de topographie de reconnaissance. L'auteur y examine successivement l'*itinéraire*, opération élémentaire de la topographie de reconnaissance, son premier pas, pour ainsi dire, puis le *lever expédié* proprement dit, qui s'appuie sur une triangulation topographique et qui forme en quelque sorte la seconde étape des levés en pays nouveau. Quel que soit le procédé que l'on emploie, il faut mesurer des longueurs et relever des azimuts; les différentes méthodes et les différents instruments à utiliser suivant le cas sont décrits successivement avec tous les détails de pratique qu'a enseignés à l'auteur une longue expérience, dont il veut bien ici faire profiter ses lecteurs. Nous signalerons, en particulier, l'emploi très recommandé des abaques, et la discussion des erreurs de fermetures inévitables dans les cheminements d'exploration, qu'il ne faut pas envisager de la même manière qu'en topographie régulière. A remarquer également la partie consacrée à l'établissement d'un canevas de nivellement au moyen du baromètre anéroïde.

La troisième partie, la plus importante à notre avis, traite des éléments de géodésie de reconnaissance. Chacun, en effet, pourra, avec de la conscience, de la méthode et un peu d'habitude, exécuter un lever topographique suffisant; mais presque tous les explorateurs, s'imaginant à tort que la pratique de la géodésie et de l'astronomie de position demande des connaissances mathématiques déjà élevées, s'éloignent de cette étude,

au détriment des travaux qu'ils exécutent à grand renfort d'énergie et de fatigue. Le mérite essentiel de l'ouvrage de M. de Larminat est d'avoir mis à la portée de tous, les procédés qui peuvent être employés tant pour la géodésie de campagne que pour la détermination des positions astronomiques. Il n'est personne qui, possédant simplement des notions élémentaires de géométrie et de trigonométrie, avec un peu de pratique des calculs logarithmiques, ne puisse suivre les exposés et les développements de l'auteur, tant ils sont clairs, simples et méthodiques. Les procédés géodésiques et astronomiques sont exposés en vue surtout de l'explorateur, toujours pressé; on a cherché à proportionner partout les précautions, les calculs, les réductions, etc., à l'ordre de précision que l'on peut attendre d'un instrument ou d'une manière de faire déterminée; enfin, des exemples numériques, pour chaque méthode et pour chaque cas, achèvent de faire de cette partie du volume un ensemble sur lequel on ne saurait trop attirer l'attention.

Nous signalerons, au nombre des chapitres les plus intéressants, celui qui est relatif à la méthode des droites de hauteur pour obtenir simultanément l'heure du lieu et sa latitude, particulièrement bien exposé, et celui où l'auteur traite du choix de la méthode astronomique à employer, des erreurs et des circonstances favorables; M. de Larminat y montre, d'une façon simple et exclusivement géométrique, l'influence des erreurs commises, soit dans les observations, soit dans l'évaluation des éléments estimés, sur le résultat d'une opération astronomique, mettant ainsi les opérateurs en garde contre une trop grande confiance dans leurs résultats, obtenus souvent dans des circonstances peu favorables par la force même des choses.

En résumé, ce livre comble une véritable lacune; il est indispensable à tous ceux qui sont appelés à s'occuper de levés dans les pays nouveaux, et sera lu, en outre, non seulement avec intérêt, mais aussi avec fruit, par tous ceux qui s'occupent des sciences géographiques.

R. BOURGEOIS,

Membre correspondant du Bureau des Longitudes,
Chef de la Section de Géodésie
au Service géographique de l'Armée.

Sidén (Per), *Directeur de scierie.* — *La pratique des Machines à bois.* — 1 vol. grand in-8° de 340 pages et 28 figures. (Prix : 12 fr. 50.) Veuve Dunod, éditeur, Paris, 1904.

La littérature des machines-outils à travailler les bois est, malgré le grand intérêt que présentent ces machines, des plus pauvres; aussi devons-nous accueillir avec une faveur spéciale tout ouvrage de quelque valeur qui vient y contribuer. Tel est le cas du livre de M. Sidén, écrit par un praticien, clairement et sans prétention, pour l'usage de praticiens, auxquels il sera du plus grand secours dans une foule de difficultés professionnelles.

Ces difficultés, M. Sidén, directeur d'une importante scierie, s'y attaque presque chaque jour, et c'est le résultat d'une expérience attentive et prolongée qu'il met à la disposition de ses collègues et, en général, de tous ceux qui emploient les machines à bois. Ce n'est pas un traité de ces machines, qui fait encore défaut dans notre littérature technique, mais une sorte de recueil de conseils pratiques, donnés par un homme qui en a, lui-même, éprouvé la valeur, et ces sortes de recueils sont trop précieux et rares pour que l'on hésite à féliciter du sien M. Per Sidén.

G. RICHARD.

2° Sciences physiques

Rinne (E.). — Le Microscope polarisant. Guide pratique pour les études élémentaires de Cristallographie et d'Optique. Traduit et adapté aux notations françaises par L. PERVINQUIÈRE, docteur ès sciences, chef des travaux pratiques de Géologie à la Sorbonne, avec une préface par M. A. DE LAPPARENT, membre de l'Institut. — 1 vol. petit in-8°, vi-160 pages. (Prix : 5 francs). Rudeval, éditeur, Paris, 1904.

L'emploi du microscope polarisant, malgré les puissants moyens d'investigation qu'il fournit dans les recherches chimiques, minéralogiques, pétrographiques, etc., est encore relativement restreint. Cela est surtout dû à ce que le maniement de cet instrument exige des connaissances variées de Cristallographie et d'Optique, disséminées dans de gros traités, dont la lecture n'est à la portée que d'un nombre restreint de lecteurs et qui, en tout cas, demande beaucoup de temps. L'usage du microscope polarisant devient cependant de plus en plus indispensable ; aussi, depuis trois ou quatre ans, plusieurs guides permettant de s'initier facilement et rapidement aux études microscopiques ont été publiés en Allemagne. M. Pervinquière a choisi celui de M. Rinne, professeur à l'École technique supérieure de Hanovre, pour en faire une traduction. Cette dernière, très claire, adaptée aux notations françaises, va rendre de grands services aux étudiants français. Ce petit ouvrage est, en effet, un excellent guide pour les débutants et surtout pour ceux qui ne sont pas versés dans les études d'Optique physique. L'action des cristaux sur la lumière y est étudiée d'une façon très simple et, en outre, de nombreuses figures schématisées aident le lecteur à se faire une idée suffisamment précise des phénomènes optiques pour comprendre l'emploi des diverses opérations utilisées dans la détermination des propriétés des substances cristallisées.

P. GAUBERT,
Docteur ès sciences,
Assistant de Minéralogie au Muséum.

Benedicks (Carl). — Recherches physiques et physico-chimiques sur l'Acier au carbone. — 1 vol. grand in-8° de ix-213 pages avec 28 photographies. C. J. Lindström, éditeur. Upsala, 1904.

Cette thèse de l'Université d'Upsal est écrite en français, et en un français très correct.

L'auteur a pris des aciers industriels formant une série continue où la teneur en carbone va de 0,8 à 1,70 % et a soumis ses échantillons, naturels, recuits et trempés, à tous les procédés connus d'investigation physique ; il en a déterminé la structure microscopique, la densité, la dureté, la résistance électrique, les propriétés magnétiques.

D'après les résultats de l'analyse micrographique, les aciers au-dessus de 0,5 % environ de carbone contiendraient moins de perlite que n'en indique le calcul pour un mélange de perlite et de fer pur, et la ferrite s'y colorerait plus vite par les réactifs que celle des aciers plus doux.

L'étude de la densité montre que le volume spécifique du fer pur, déterminé par extrapolation en partant des aciers d'une certaine dureté, est plus petit que le volume spécifique mesuré directement sur le fer et les aciers doux. Ces mesures de densités permettraient le dosage du silicium et font soupçonner l'existence de deux carbures différents.

Le module d'élasticité décroît nettement à mesure que la teneur en carbone augmente ; il est moindre dans les aciers trempés que dans les mêmes aciers recuits.

La dureté a été déterminée par la méthode de Brinell, c'est-à-dire par le diamètre de l'empreinte laissée par la pression d'une bille d'acier sphérique sous une charge donnée, et cette méthode elle-même a été soumise à un examen attentif. Les résultats peuvent être rendus indépendants du rayon de la bille à condition de multiplier le

chiffre de dureté par la racine cinquième de ce rayon, et de diviser, comme le fait d'ailleurs Brinell, la pression totale par la surface sphérique de l'empreinte. On pourrait aussi s'affranchir de l'influence de la pression totale et arriver à des chiffres absolus. Les expériences sur les aciers indiquent un accroissement brusque de la dureté quand la teneur en carbone passe par une valeur de 0,50 % environ. Des quantités équivalentes de manganèse et de silicium font croître de la même quantité le chiffre de dureté, mais cet accroissement n'a pas la même valeur selon que la teneur en carbone est inférieure ou supérieure à 0,50. L'influence du carbone de trempe est plus grande que celle du silicium ou du manganèse.

Les solutions solides équiatomiques où le fer joue le rôle de dissolvant ont même résistance électrique, quel que soit le corps dissous. La résistance électrique permet donc d'évaluer dans un acier la teneur en carbone de trempe. Même dans les aciers recuits, cette teneur ne serait pas nulle : elle augmenterait avec la teneur en carbone total de 0 à 0,15 dans les aciers doux et se fixerait à 0,27 dans les aciers durs.

Au point de vue magnétique, un acier peut être complètement caractérisé par l'intensité magnétique dans un champ suffisamment intense et par le champ coercitif. Le carbone de trempe fait diminuer l'intensité, qui s'annulerait pour une teneur de 1,60, exactement comme l'a trouvé M. Guillet par un procédé tout différent. Le manganèse, du moins au-dessous de 5 %, produit le même effet en proportions équivalentes. Le champ coercitif, au contraire, est beaucoup plus influencé par le carbone de trempe que par le manganèse.

En discutant ses résultats et les comparant à tous ceux qu'il a pu rassembler, M. Benedicks arrive à cette conclusion que le fer n'est pas au même état moléculaire dans les aciers doux et dans ceux qui contiennent plus de 0,50 % de carbone, cela après recuit. Dans ces derniers, le fer contiendrait 0,27 % de carbone en solution solide et serait à l'état β . L'auteur propose de le désigner du nom de « ferronite ». Le fer β pourrait donc exister sous deux états, magnétique et non magnétique : il ne serait pas dur naturellement, mais il aurait une tendance particulière à le devenir par le fait de la dissolution de corps étrangers.

Cette thèse est nouvelle et hardie. On peut trouver qu'elle n'est pas étayée de preuves absolument convaincantes et que les faits observés pourraient recevoir des interprétations différentes. Nous risquons d'être environnés, dans ces études de métallurgie scientifique, de facteurs encore inconnus et dont nous ne soupçonnons pas l'influence. Il faut cependant convenir que M. Benedicks a brillamment soutenu ses idées. Son travail expérimental est fait avec le plus grand soin ; il connaît admirablement la littérature scientifique et la discute avec autant de lucidité que de finesse et de sens critique. Pourses débuts, il a fait preuve d'une véritable maîtrise. Il donne beaucoup déjà à la science métallurgique : il lui promet davantage. F. OSMOND,

Ancien Ingénieur aux Usines du Creusot.

3° Sciences naturelles

Gallois (Eugène). — Au Japon (Impressions de voyage). — 1 vol. in-12 de 98 pages. Librairie Orientale et Américaine, Paris, 1904.

« Au Japon », ce sont les étapes d'un touriste. Volontairement, M. Gallois n'a pas arrêté ses regards sur les événements, pour conserver à ses impressions de voyage toute leur sérénité, et, à défaut de l'in-octavo docte et savant qu'il pouvait nous donner, il a écrit cent pages alertes, vivantes, d'une lecture toujours attrayante. Le livre est trop vite fermé : c'est un reproche que l'on ne saurait adresser à tous les auteurs. M. Gallois se fera pardonner cette coquetterie en nous laissant profiter, le plus souvent possible, des souvenirs qu'il a recueillis dans bien des régions du globe.

L. R.

Laurent (J.), *Professeur à l'École de Médecine de Reims. — Recherches sur la Nutrition carbonée des Plantes vertes à l'aide de matières organiques.* — 1 vol. in-8° de 127 pages avec 7 planches hors texte. Le Bigot frères. Lille, 1904.

Tandis que l'utilisation des substances organiques azotées par les végétaux est aujourd'hui démontrée, au moins dans ses grandes lignes, on ne savait jusqu'ici que fort peu de chose relativement au rôle joué par le carbone organique dans les phénomènes de la nutrition. Seuls, les travaux de Böhm, Meyer, E. Laurent et Acton avaient en quelque sorte tracé la voie aux chercheurs, en montrant que des plantes ayant épuisé leurs réserves à l'obscurité, placées sur une solution concentrée de glucose, de saccharose ou d'autres hydrates de carbone, reconstituent l'amidon qu'elles contenaient avant l'étiollement.

Les recherches de M. Laurent ont été entreprises en vue de généraliser les résultats fort incomplets des premiers expérimentateurs.

A la suite de nombreux tâtonnements, l'auteur fixe d'abord les règles qui doivent présider à la stérilisation préalable des graines sans nuire d'une manière sensible à leur pouvoir germinatif. Bien que les conditions de cette stérilisation varient avec la nature des graines et la perméabilité de leurs téguments, on peut admettre en général qu'un résultat convenable est obtenu par immersion des graines pendant une heure et demie dans une solution de sublimé à 1/500, suivie d'un lavage à l'eau stérilisée. Bien entendu, cette stérilité devra toujours être contrôlée par des ensemencements sur des milieux nutritifs convenables.

Les graines mises en germination par M. Laurent étaient disposées sous des cloches tubulées stérilisées, au-dessus d'un flacon renfermant la solution nutritive choisie, ou mieux de telle sorte que les racines vissent plonger dans un flacon de Woolf permettant de siphonner le liquide de culture et de l'analyser sans déranger l'appareil.

Les essais destinés à servir de types eurent lieu dans les liquides de Knopp ou de Detmer, les autres dans des solutions de glucose, de dextrine ou de saccharose, sur de l'empois d'amidon ou sur de l'humate de potassium. Dans la plupart des cas, le Maïs a servi de plante d'expérience.

M. Laurent a constaté que les racines de Maïs absorbent des poids notables de glucose, dont une partie intervient dans les combustions respiratoires et le reste est utilisé pour augmenter la proportion de matière sèche de la plante ou pour la formation d'amidon dans les feuilles.

Le saccharose est interverti lentement par les racines de Pois et de Maïs; cette interversion doit être plus notable dans le corps de la plante; en tout cas, le saccharose contribue à augmenter le poids sec des végétaux maintenus à l'obscurité.

La glycérine est un aliment très favorable pour le Pois et la Lentille, qui l'emploient à la production d'amidon.

L'amidon soluble formé pendant la stérilisation à 120° d'un empois d'amidon ainsi que la dextrine peuvent être absorbés en petite quantité par les racines; une faible proportion peut s'hydrolyser sous l'influence des diastases exosmosées par les graines en germination; mais, avec les plantes développées, ce phénomène n'a plus lieu, l'amylase et les dextrinases n'étant en aucun cas rejetées au dehors.

Quant à l'humus, dont la valeur alimentaire a été si discutée, il agirait en modifiant les échanges gazeux, à la manière des engrais minéraux, et en activant l'assimilation du carbone. Son importance individuelle comme aliment carboné est faible.

Considérées au point de vue de leur influence sur l'aspect extérieur et la structure des végétaux, les substances organiques étudiées n'occasionnent aucune modification lorsqu'elles sont à l'état de solutions

étendues. Concentrées, elles provoquent un retard dans l'allongement de la tige et de la racine, une augmentation de l'acidité du suc cellulaire. Avec les liquides isotoniques, on observe des différences portant sur l'aspect extérieur, la composition du suc cellulaire et la valeur du poids sec.

En terminant, M. Laurent fait remarquer qu'il y a encore un certain nombre d'autres substances organiques dont le rôle nutritif a pu être envisagé : le tannin, les acides organiques, l'alcool, etc. Leur étude se présente naturellement à l'esprit et nous espérons que, dans un avenir prochain, M. Laurent apportera dans ce sens de nouveaux résultats. Nous signalerons aussi dans cet ordre d'idées l'emploi des moisissures comme plantes d'expérience, emploi qui se justifie par la rapidité de leur croissance, leurs grands besoins de matériaux nutritifs, ainsi que la facilité avec laquelle on peut les cultiver aseptiquement. Mais il est évident que le travail de M. Laurent n'est que le premier d'une série assez longue pour laquelle nous lui souhaitons le succès que présagent les premiers résultats qu'il a déjà obtenus.

L. LUTZ,

Professeur agrégé

à l'École Supérieure de Pharmacie de Paris.

Binet (A.), *Directeur du Laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne. — L'étude expérimentale de l'Intelligence.* — 1 vol. in-8° de 309 pages (Prix : 6 fr.). Schleicher frères et Cie, éditeurs, Paris, 1904.

Par sa méthode et par ses conclusions, ce livre semble être une critique de l'École psycho-physiologique à laquelle appartient l'auteur. Cette École n'accorde aucune importance à la méthode introspective; elle ne tient compte que des expériences qui révèlent un rapport entre une excitation physique et une réaction psychique ou des statistiques qui résument les observations prises sur un grand nombre de sujets. M. Binet estime, au contraire, que la méthode objective ne donne aucun résultat si l'introspection n'y est pas jointe; il pense qu'on peut expérimenter sur des esprits sans avoir recours à une excitation physique; il préfère aux statistiques portant sur de nombreux sujets l'observation attentive de quelques individus. Son livre est le résumé et l'interprétation d'observations et d'expériences faites pendant trois ans sur deux jeunes filles de sa famille. Voici un exemple des expériences purement psychologiques auxquelles il les soumet : il les invite à écrire vingt mots, puis leur demande : « Quel est le sens de chaque mot? », « Comment chacun a-t-il été suggéré? » On voit que cette expérience, utile pour l'étude de l'idéation et de l'association des idées, n'exige aucun instrument de laboratoire.

Cette méthode conduit M. Binet à des hypothèses qui, si prudemment qu'elles soient émises, n'en contredisent pas moins nettement les dogmes de la Psychologie expérimentale. Celle-ci admet volontiers qu'il n'est pas de pensée sans image; M. Binet montre par des exemples que l'image n'accompagne pas toujours l'idée et lui est rarement adaptée. Les psychologues empiristes soutiennent souvent que l'idée générale n'est qu'une image générique formée à la façon des portraits composites de Galton; M. Binet prouve que, d'une part, cette hypothèse est gratuite, et que, d'autre part, elle est contredite par certains faits. La Psychologie expérimentale s'efforce de découvrir les lois générales de la vie mentale; M. Binet prend à tâche de révéler la variété infinie des types individuels : ses deux sujets, pris dans le même milieu, élevés de même façon, ayant même hérédité et presque même âge, sont pourtant doués de facultés intellectuelles tout opposées. Ainsi, sans revenir à la psychologie des éclectiques, sans renoncer à la précision des méthodes expérimentales, M. Binet rompt les barrières dans lesquelles s'enfermait jusqu'ici la Psychologie scientifique et réintroduit dans la science un certain nombre de procédés

et de notions qu'on s'était trop pressé d'exclure.

Nous n'avons aucune objection à diriger contre cet élargissement de la Psychologie expérimentale. Les seules réserves que nous pourrions exprimer viseraient des détails. Nous avons souvent regretté, par exemple, en lisant les expériences sur les associations d'idées, que tous les documents recueillis par l'auteur ne soient pas versés au débat : M. Binet n'en donne que ce qui l'intéresse, mais ils paraissent être de nature à intéresser à d'autres points de vue les psychologues. Nous regrettons aussi que l'auteur n'ait pas recherché pourquoi ses deux sujets sont si différents; il ne suffit pas de constater ces différences et il n'est pas scientifique de les attribuer à je ne sais quelle tournure d'esprit innée et irréductible; il serait intéressant de savoir si la constitution physique est aussi différente que l'intelligence de ces deux jeunes filles. Enfin, M. Binet nous déclare qu'il a cessé de les observer quand il s'est aperçu que leur caractère se transformait: n'est-ce pas à ce moment qu'il fallait surtout les étudier, afin de connaître les causes de cette métamorphose? Nous voyons par un détail (p. 227) qu'en changeant d'âge l'un des sujets modifie son attitude intellectuelle et prend celle de son aînée; n'était-ce pas une indication propre à suggérer des recherches sur les causes des variations individuelles? La nature même de ces problèmes montre l'intérêt du nouveau livre de M. Binet.

PAUL LAPPE,

Chargé de cours à la Faculté des Lettres
de l'Université de Bordeaux.

Levaditi (C.), Chef du laboratoire de Bactériologie et d'Anatomie pathologique de l'Hôpital de Brancova (Bucarest). — La Nutrition dans ses rapports avec l'Immunité. — Encyclopédie des aide-mémoire. Masson et Co, éditeurs, Paris, 1904.

L'auteur a exposé dans ce livre les données modernes résultant principalement des travaux de Pflüger, de Metchnikoff, d'Ehrlich, de Verworn, sur les toxines et les antitoxines et sur les procédés utilisés par l'organisme dans sa défense contre les corps étrangers nuisibles.

L'introduction dans l'organisme d'une toxine microbienne, d'un venin, d'un ferment digestif, d'une cellule vivante même, éveille un processus réactionnel de la matière vivante, qui a pour résultat la formation d'une antitoxine, d'un antivenin, d'un antiferment, d'une anticellule. Quel que soit le corps étranger qui a pénétré dans l'organisme, le processus est le même et aboutit à la production d'un anticorps.

Levaditi expose le mode de production des anticorps suivant les conceptions d'Ehrlich et de Metchnikoff, le rôle de la cytase et des sensibilisatrices, et la manière dont elles protègent l'organisme.

Il s'efforce à chaque pas de dégager de ces faits une conception générale de l'immunité et montre que l'établissement de cet état est le résultat des actes intimes de la nutrition cellulaire.

La molécule de protoplasma vivant est continuellement le siège d'une destruction partielle et se régénère constamment aux dépens de la matière nutritive qui circule dans le plasma. Aux groupes fonctionnels attachés à cette molécule protoplasmique, incombe le rôle de présider à la fixation et à l'élaboration de cette matière nutritive, grâce à l'affinité chimique dont ils sont pourvus. Ils élaborent les principes assimilables au moyen des ferments endo-cellulaires et de leurs adjuvants, les sensibilisatrices. Ils régénèrent la molécule protoplasmique en faisant une sélection parmi les innombrables principes assimilables mis à leur disposition. Il est permis de supposer que la régénération n'est, en dernière analyse, que l'expression d'un phénomène de polymérisation, comme l'ont soutenu Pflüger et Verworn.

Dr MARCEL LABBÉ,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris,
Médecin des hôpitaux.

4° Sciences médicales

Tripier (R.). — Traité d'Anatomie pathologique générale. — 1 vol. gr. 12-8° de 1015 pages. Masson et Co, éditeurs. Paris, 1904.

Sous ce titre, M. Prenant a récemment présenté aux lecteurs de la *Revue* (numéro du 15 novembre, p. 1003) son appréciation sur l'ouvrage de M. Tripier. En réponse aux critiques formulées par M. Prenant, l'auteur nous adresse les lignes qui suivent :

« Il me faudrait beaucoup d'espace pour réfuter point par point tous les griefs qui me sont reprochés, car je ne pourrais le faire qu'en produisant les observations et les raisons qui permettent de les réduire à néant. Mais, comme ces arguments, négligés par M. Prenant, sont contenus dans mon livre, je prierais les lecteurs impartiaux de vouloir bien s'y reporter avant de me condamner. Ils verront que, si je n'admets pas certaines théories qui ont généralement cours, c'est non seulement parce que j'ai cherché en vain à constater les faits avancés par leurs auteurs, mais encore parce que je crois avoir prouvé qu'elles sont incompatibles avec ce qu'on peut observer.

« Ainsi, pour prendre l'exemple cité par M. Prenant de la division des cellules de la couche germinative dans l'épiderme, qui serait « même pour l'étudiant une réalité d'observation » (seul argument qui me soit opposé), je fais appel à M. Prenant lui-même pour le prier de démontrer : 1° La réalité de cette division des cellules; 2° La possibilité de la division indéfinie des cellules en rapport avec leur destinée évolutive et destructive; 3° L'évolution des cellules dans la profondeur des tissus en même temps qu'à la surface de l'épiderme, lorsqu'il se manifeste des productions hyperplasiques, toutes choses qui me paraissent impossibles à voir ou à prouver rationnellement; tandis que je crois avoir donné une explication suffisante des faits que tout le monde peut observer.

« Je prendrai encore un autre exemple au sujet des inflammations et des tumeurs dont je n'aurais pas donné une caractéristique ferme. A l'appui, M. Prenant cite trois passages relatifs aux tumeurs, qui ne sont nullement contradictoires, et servent de conclusions à des démonstrations concernant leur constitution. Or, des tumeurs aussi bien que de l'inflammation, j'ai discuté les définitions des auteurs, puis j'ai donné, en italique, la définition à laquelle je me suis arrêté. Je ne me suis donc nullement dérobé à la nécessité de faire connaître aussi nettement que possible comment j'interprète ces lésions. C'est, du reste, probablement pour cela que j'ai encouru les foudres de M. Prenant, qui trouve que mes descriptions « portent toutes, comme une tache originelle commune, la désobéissance à la loi générale de la division cellulaire ».

« Oui, je n'ai pas pu constater d'une manière évidente la division des cellules dans les tissus adultes sains et pathologiques, pas plus du temps où les auteurs classiques admettaient avec Virchow la division directe, que maintenant où les mêmes auteurs admettent un autre mode, la division indirecte de Flemming ou karyokinèse. Or, ce changement d'opinion n'a pu cependant s'opérer sans prouver que Virchow et ses contemporains n'étaient pas infaillibles. J'ai aussi fourni les raisons qui ont fait croire au nouveau mode de division, qui n'a pas été mieux démontré que l'ancien. Dès lors se trouve démolie l'échafaudage sur lequel reposent toutes les conceptions relatives à la Pathologie cellulaire, à laquelle j'ai opposé la Pathologie tissulaire, basée sur l'observation précise des faits et qui, seule, peut être considérée comme se rattachant à la Biologie générale.

« Assurément, je me suis servi de quelques termes en leur assignant une signification différente de celle des auteurs pour éviter de créer des néologismes; mais j'ai eu soin de m'expliquer à ce sujet et de dire avant tout ce que j'entends par tissu conjonctif, de manière à ne pas laisser persister de confusions à ce sujet.

« Je suis également répréhensible de ne pas admettre les théories de M. Metchnikoff relatives à la phagocytose. Il est vrai que M. Prenant ne me reproche pas d'avoir omis d'en fournir les raisons; tandis qu'il insinue que j'ai réfuté la théorie de M. Delage par une simple boutade. Or, celle-ci ne s'adresse manifestement qu'à une certaine phrase de l'auteur et non à sa théorie, dont j'ai fait assez longuement la critique pour établir, au contraire, que la Pathologie biologique doit être la Biologie modifiée par les causes nocives. J'admets, dès lors, qu'il faut considérer l'organisme comme se développant d'une manière déterminée et que tous les phénomènes anormaux ou pathologiques ne se rapportent qu'à de simples modifications des phénomènes habituels, lesquels continuent leur évolution seulement dans des conditions anormales.

« Voilà le résultat auquel je suis arrivé après de longues études, dont j'ai été dédommagé par la satisfaction très grande de voir la facilité avec laquelle tous les phénomènes pathologiques ont pu recevoir la même explication rationnelle, que je considère comme la clef de toute interprétation pathologique.

« En débutant dans l'enseignement, je me suis bien gardé de nier ce que je ne voyais pas, et pendant longtemps je me suis borné à répéter ce qui était écrit. Ce n'est que lorsque j'ai eu un faisceau de preuves me démontrant l'erreur des auteurs sur les choses les plus essentielles que, peu à peu, j'ai fait des réserves. J'ai même attendu de pouvoir mettre quelque chose à la place de ce qui ne me paraissait pas être l'expression de la vérité avant de faire aucune publication. Et, lorsque j'ai pu enfin arriver à cette conception de la Pathologie véritablement biologique, basée sur la généralité des faits que j'avais observés, j'ai été sur le point d'en faire une publication particulière. Mais j'ai été arrêté par cette considération que l'on pourrait croire à une simple théorie sans fondement, et que, si j'avais des chances de faire prévaloir mes idées ou au moins d'attirer l'attention sur elles pour les faire examiner, c'était en fournissant les preuves qui m'avaient permis de les établir. Dès lors, c'était toute la Pathologie qui devait être passée en revue.

« M. Prenant dit qu'il est très dangereux qu'un traité didactique présente un caractère personnel. Mais c'est un danger qui doit être bien rare, car je ne connais aucun événement fâcheux qui s'y rapporte. Au contraire, on félicite habituellement les auteurs qui ne se sont pas livrés à un simple travail de vulgarisation et qui ont pu mettre au jour des idées personnelles. Du reste, je n'aurais pas pris la peine que donne une publication de ce genre, si je n'avais rien eu de nouveau à dire et si je n'avais pas pensé contribuer à la recherche de la vérité scientifique. Enfin, après vingt années d'enseignement, si l'on n'a pas le droit d'avoir des idées personnelles et de chercher à les faire prévaloir, je demande à M. Prenant quand cela sera permis?

« Mais voilà, je n'ai pas constaté la moindre karyokinèse, qui aurait bien mieux fait l'affaire de M. Prenant, lequel me reproche encore d'avoir voulu « faire de l'Anatomie pathologique générale avec les ressources de l'Anatomie pathologique spéciale ». Alors, avec quoi faudrait-il la faire? M. Prenant ne la laisse pressentir lorsqu'il dit ensuite que je ne me suis pas douté que « l'Anatomie pathologique générale devait être une science cellulaire ». Mais pourquoi? Parce que, « sous cette forme, elle avait déjà conquis droit de cité dans les connaissances humaines ». Je m'en suis douté, cependant, puisque j'ai pris soin de faire la critique de la théorie cellulaire, qui n'est bien qu'une théorie, comme je crois l'avoir démontré. Pour soutenir le contraire, il faudrait d'autres arguments que celui qui consiste à répéter que la Pathologie doit être cellulaire, sans le prouver, mais simplement parce que c'est l'opinion générale.

« Ce n'est pas par ce moyen qu'on a la moindre chance de voir progresser la science, et je persiste à croire que, si la parole du maître mérite toujours d'être prise en considération, il n'est pas moins permis de la discuter

et d'avoir une autre opinion, lorsqu'on a de bonnes raisons pour la soutenir; car c'est la loi du progrès. »

D^r R. TRIPIER.

5^e Sciences diverses

Blondel (Georges). — *La Politique protectionniste en Angleterre. Un nouveau danger pour la France.* — 1 vol. in-12 de xv-161 pages. (Prix : 2 fr.) V. Lecoffre, éditeur, Paris, 1904.

Des transformations économiques si nombreuses de l'heure présente, il en est peu qui n'attirent pas l'intelligente attention de M. Georges Blondel. Qu'il s'agisse des leçons à retirer de l'essor remarquable du peuple allemand, de la situation de la France devant le marché mondial et, aujourd'hui, de la politique protectionniste de l'Angleterre, M. Georges Blondel parle et écrit; il multiplie les conférences aux quatre coins du pays, puis rassemble ses idées en des livres qui sont des merveilles d'érudition, tout en demeurant aussi agréables à lire qu'ils sont instructifs à méditer. Dans le présent volume, l'auteur, après avoir tracé le tableau de l'évolution économique du peuple anglais et de sa situation actuelle, expose la thèse protectionniste de l'ancien ministre des Colonies. Joseph Chamberlain est l'homme d'une idée, le représentant de l'impérialisme économique. « L'Empire, c'est le commerce, s'est-il écrié un jour! » Et il a dit encore : « Je crois en cette race, la plus grande des races gouvernantes que le monde ait jamais connues; je crois en cette race anglo-saxonne, fière, tenace, résolue, confiante en elle-même, que nul climat, nul changement ne saurait abâtardir, et qui, infailliblement, sera la force prédominante de la future histoire et de la civilisation universelle... Et je crois en l'avenir de cet empire, vaste comme le monde, dont un Anglais ne saurait parler sans un frisson d'enthousiasme. » Avec de telles paroles, il semble facile d'attirer les masses. Et toute la question est là. Malgré la résistance des hommes d'Etat les plus éminents de l'Angleterre, malgré les objections serrées des économistes, professeurs des Universités, Chamberlain ralliera-t-il le peuple anglais à ses projets?

M. Georges Blondel le croit, tout en estimant que ce changement de politique commerciale ne sera pas avantageux à l'Angleterre. Deux faits, cependant, ne nous permettent pas de partager entièrement les idées de l'auteur sur ce point : c'est d'abord l'opposition faite au projet par les représentants des grandes organisations ouvrières, et l'on sait la remarquable discipline de ces associations; c'est, en second lieu, et surtout, le peu d'empressement qu'ont témoigné les colonies anglaises elles-mêmes pour le projet en question, et la résistance qu'elles ne manqueront pas de présenter quand on voudra passer aux actes. Quelle qu'en soit l'issue, la lutte est engagée, et cela est suffisant pour justifier l'étude des répercussions possibles que les projets de M. Chamberlain auraient sur le mouvement commercial des pays intéressés, en particulier de la France. Nos exportations à destination d'outre-Manche atteignent une valeur de 1.193.094.000 francs, alors que nos importations ne s'élèvent qu'à 564.549.000 francs. Le marché anglais est ainsi notre meilleur débouché. Sommes-nous prêts à redoubler d'attention et de vigilance pour maintenir de pareils chiffres ou pour trouver une compensation ailleurs? M. Georges Blondel voudrait le croire. A défaut de certitude, imitons les grands pays qui nous ont dépassé, tels que l'Allemagne et les Etats-Unis, gardons plus d'estime pour les professions industrielles et commerciales, rénovons nos méthodes de vente, ayons enfin, avec l'auteur, la conviction profonde que « la suprématie commerciale n'est pas de celles qui dépendent des hasards d'une guerre ou de la venue d'un homme de génie : c'est une œuvre collective qui demande l'effort de la nation tout entière. Elle ne peut être que le résultat de longs efforts et de nombreux sacrifices. »

P. CLERGET,

Professeur à l'École de Commerce du Loct.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 Décembre 1904.

Séance publique annuelle. **M. E. Mascart** rappelle le nom et l'œuvre des membres de l'Académie décédés au cours de l'année. Puis il est procédé à la proclamation des noms des lauréats des prix de l'Académie pour 1904. — **M. M. Berthelot** lit une Notice sur la vie et les travaux de Daubrée.

Séance du 26 Décembre 1904.

M. H. Poincaré est élu vice-président de l'Académie pour l'année 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. P. Painlevé** démontre qu'un système S conservatif, qui n'est soumis à aucune force extérieure et qu'on abandonne sans vitesse, ne peut reprendre sa configuration initiale orientée autrement qu'au départ. — **M. Giacobini** présente les observations, les éléments et l'éphéméride d'une nouvelle comète, qu'il a aperçue le 17 décembre (1873, II) faites à l'Observatoire d'Alger du 5 au 7 décembre. — **M. G.-A. Crocco** montre le rôle capital joué par le couple d'amortissement dans les phénomènes de stabilité des dirigeables. Selon sa valeur, on peut avoir stabilité bien au delà de la valeur que **M. Renard** assigne à la vitesse critique. — **MM. A. Pérot** et **H. Michel-Lévy** ont reconnu que, pour certains aciers, lorsque la vitesse du choc est et demeure pendant tout le choc suffisamment élevée, aucune déformation permanente ne se produit (le métal est fragile), tandis que, lorsque cette vitesse est suffisamment petite, le métal peut supporter une déformation permanente, indiquant les qualités inverses de la fragilité.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. H. Deslandres** a étudié les variations avec la pression des spectres de bandes de l'air en employant une forte dispersion. Aux pressions croissantes, on voit surgir de nouvelles séries de raies, qui existaient en germe, il est vrai, aux pressions plus basses. L'auteur ne sait encore s'il faut les attribuer à des conditions différentes d'excitation ou à l'addition de nouveaux atomes. — **M. P. Villard** présente de nouvelles expériences sur les rayons cathodiques qui sont absolument incompatibles avec l'existence d'un frottement magnétique quelconque des corpuscules. — **M. H. Pécheux** a déterminé la thermo-électricité de divers alliages d'aluminium. De tous les alliages étudiés, $ZnAl^6$ et $ZnAl^{10}$ sont ceux qui ont le plus grand pouvoir thermoélectrique par rapport au Cu après 180° ; $ZnAl^2$, d'abord au-dessous, s'en rapproche ensuite vers 380° . — **M. P. Langevin** montre qu'il est possible, grâce à l'hypothèse des électrons, de trouver, pour le para- et le diamagnétisme, les interprétations complètement distinctes qu'ils exigent, conformément aux lois de Curie. — **M. A. Polack** apporte un fait nouveau (élévation momentanée de la sensation chromatique déterminée par une basse lumière à l'instant même où l'on fait sortir la rétine de son état d'adaptation à l'obscurité) à l'appui de la différence d'adaptation des deux modes de la sensibilité rétinienne. — **M. G. Malfitano** montre que, dans les solutions colloïdales, la charge électrique des micelles doit être nulle ou excessivement faible. — **M. H. Giran** a reconnu que la chaleur de formation de SO^2 (69,8 cal. sous la pression atmosphérique) croît avec la pression; ce fait

paraît être dû à la formation de quantités croissantes d'anhydride persulfurique. — **M. M. Guédras** a employé le carbure de calcium comme explosif dans des cartouches spéciales, où, à la suite de l'action d'un percuteur, de l'eau fait dégager de l'acétylène, qui est ensuite mis en explosion par un courant électrique. — **M. Binet du Jassonneix**, en réduisant au four électrique les divers oxydes du manganèse par le bore amorphe, a obtenu un borure de manganèse MnB . — **M. E.-E. Blaise** a préparé les combinaisons de l'iode de magnésium avec les différentes classes de corps organiques oxygénés, et, en particulier, avec les éthers-oxydes à fonction simple ou complexe; dans ces combinaisons, on doit admettre que l'oxygène est tétravalent. — **M. G. Blanc**, en réduisant les anhydrides d'acides bibasiques par le sodium et l'alcool absolu, a obtenu deux séries de lactones. — **M. G. Darzens** a préparé les éthers des acides glycidiques β -disubstitués par condensation des cétones avec l'éther chloracétique. La saponification de ces éthers conduit à des acides peu stables, qui se décomposent facilement en aldéhydes et CO^2 . — **MM. A. Fernbach** et **J. Wolf** montrent la nécessité de la présence d'une diastase liquéfiante pour la production du phénomène de la coagulation diastatique de l'amidon. — **MM. A. Haller** et **P.-Th. Muller** ont étudié, par la méthode optique différentielle proposée pour la diagnose des pseudo-acides, la constitution des sels de sodium de certains acides méthéniques et méthiniques. Tous ces sels ont une constitution autre que celle des acides générateurs. — **MM. L. Lindet** et **P. Marsais** ont reconnu que la production d'alcool, dans la fermentation, surpasse au début la production de CO^2 , que celle-ci reprend ensuite le pas sur celle-là, pour fournir, en fin de fermentation, des quantités égales des deux produits. — **M. W. Russell** a observé que la teneur en principes glucosidiques augmente considérablement chez les plantes que l'on soustrait à l'action de la lumière; le maximum de concentration de ces principes s'observe en hiver dans les parties souterraines. — **MM. A. Delage** et **H. Lagatu** montrent le nombre considérable d'espèces minérales pouvant entrer dans la composition d'une terre et la concordance entre la composition d'une terre donnée et celle de la ou des roches originelles.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Lesage** a réussi à cultiver une seule et même amibe intestinale dans sept cas de dysenterie tropicale; elle se rapproche beaucoup de l'*Entamoeba histolytica* de Schaudinn. — **MM. Carré** et **Vallée** ont inoculé le virus de l'anémie du cheval à d'autres chevaux et à l'âne, et ont vu l'affection se reproduire chez ces animaux. La maladie est également transmissible par les voies digestives. — **MM. P. Vigier** et **Fr. Vies** communiquent leurs recherches sur l'histologie du myocarde chez les Mollusques primitifs. — **M. P. Mulon** a constaté que, chez certains Mammifères, aussi bien jeunes qu'adultes, les noyaux des cellules de la substance corticale des surrénales peuvent présenter des enclaves graisseuses. — **M. G. Cantin**, en opérant la destruction de l'œuf d'hiver du phylloxera par le lysol, a réussi à préserver entièrement de la maladie, depuis quatre ans, une jeune vigne de plant français. — **M. A. de Lapparent** signale de nouvelles trouvailles géologiques faites au Soudan, qui montrent les traces d'un passage nord-sud, compris entre les granites de la région du Tchad et les schistes anciens du Kano, du Sokoto et du Dahomey, par lequel la mer crétacée, venant du nord, communiquait avec un autre bassin méridional. — **M. le général**

de Lamothe a constaté, dans le Sahel, l'existence de sept lignes de rivage dont les altitudes peuvent être représentées approximativement par les nombres : 320, 263, 200, 140, 100, 53, 30 et 17.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 20 Décembre 1904.

M. Guéniot est élu vice-président, M. Motet secrétaire annuel pour l'année 1905.

M. Landolt lit un Mémoire relatif à une nouvelle opération sur les muscles oculaires. — M. le Dr Bendersky donne lecture d'un travail sur la microgastrite primaire.

Séance du 27 Décembre 1904.

M. Chamberland est élu Associé libre de l'Académie.

M. Ch. Fernet propose à l'Académie de demander l'inscription de l'alcoolisme, de la tuberculose et de la syphilis parmi les causes de décès dans les statistiques municipales.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 17 Décembre 1904

La Société procède au renouvellement de son Bureau. Sont élus :

Président quinquennal : M. A. Giard ;

Vice-présidents : MM. Darier et Kunckell d'Heroulais ;

Secrétaires : MM. Achard, Manouvrier, Nicloux et Vincent ;

Trésorier : M. G. Weiss ;

Archiviste : M. A. Pettit.

M. R. Dubois rappelle ses recherches antérieures sur le rôle physiologique de l'eau. — MM. A. Pettit et A. Krohn ont observé que les cellules des glandes salivaires du *Noionecta glauca* sont le siège d'une élaboration active. — M. A. Lécaillon a reconnu que les araignées ne donnent généralement aucun soin à leurs œufs ou à leurs petits pris individuellement ; la progéniture se trouve simplement protégée par des soins d'ensemble. — M. Ed. Hesse a étudié le *Thelohania Legeri*, microsporidie nouvelle, parasite des larves d'*Anopheles maculipennis*. Il ne lui paraît pas que cette espèce soit l'agent d'une maladie transmissible par les *Anopheles*. — M. P. Remlinger a constaté que la Tortue terrestre est réfractaire à la rage, ce qui tient probablement à l'état rudimentaire de son système nerveux cérébro-spinal. — M. G. Mioni a observé que, dans l'anesthésie complète avec perte des réflexes, le courant alternatif ne provoque aucune crise convulsive ; dans l'anesthésie incomplète avec conservation des réflexes, il y a seulement une crise clonique. — M. E. Fauré-Frémiet donne la description de l'appareil contractile des Vorticellidées. — M. L. Blaringham signale un cas d'hérédité d'anomalies florales présenté par le *Zea Mays tunicata*. — M. Laulanié poursuit ses expériences relatives à l'influence de l'alimentation sur les combustions respiratoires. Dans le régime carné et celui de soupe au lait, les frais d'exploitation augmentent plus rapidement que la ration. L'exploitation du sucre, au contraire, ne coûte rien. — MM. L. Bernard et M. Salomon ont reconnu que la tuberculisation du rein par la voie intra-veineuse est moins facile à réaliser que par la voie artérielle ; en effet, un grand nombre de bacilles sont arrêtés par le poulmon. — MM. Piery et Mandoul ont constaté que le bacille de Koch affecte des formes variées dans l'expectoration des phthisiques. Ces formes dérivent les unes des autres et sont dues aux différences de coloration de la couche périphérique du bacille.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 6 Décembre 1904.

M. R. Cruchet a constaté qu'il peut n'exister aucune différence, au point de vue de la perméabilité mé-

ningée, entre les méningites et les diverses affections nerveuses chez l'enfant. — MM. J. Bergonié et L. Tribondeau ont observé que, dans les testicules des rats exposés aux rayons X, il n'y a pas une simple desquamation de l'épithélium séminal, suivie de son expulsion, mais bien une transformation cytologique et chimique, suivie de résorption des éléments sur place. Les spermatozoïdes de l'homme conservent leur mobilité après une demi-heure d'exposition aux rayons X. — M. J. Chaine montre que les seuls muscles susceptibles de présenter une forme polygastrique sont ceux du cou et ceux qui, dans le tronc, forment les parois de la cage thoracique et de la cavité abdominale. — M. H. Sérégé a constaté que le glycogène prédomine dans le foie gauche depuis la douzième heure de la digestion jusqu'à la troisième heure environ du repas suivant. Ce fait proviendrait de la disposition différente des veines sus-hépatiques issues des lobes gauches et droits. — MM. A. Le Dantec et Boyé décrivent une myase observée chez l'homme en Guinée française et due à la présence d'une larve de mouche se développant sous la peau. — M. J. Gautrelet a observé une diminution parallèle de l'alcalinité apparente du sang et de l'hémoglobine dans l'ictère expérimental. — MM. Gentès et Bellot ont étudié les altérations des neurofibrilles des cellules de l'écorce cérébrale du chien, après ligature de la carotide primitive. — MM. Ch. Pérez et E. Gendre décrivent les phénomènes de l'ovogenèse du *Brancheillon*.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 Décembre 1904.

M. A. Guéhard : Sur la fonction photographique dans ses rapports avec les phénomènes d'inversion. Quand on passe en revue, depuis Daguerre, les nombreux cas observés d'inversion des actions radiographiques, en prenant ce dernier terme dans son sens le plus étendu (lumière, chaleur, émanations, rayons X, etc.), l'on est frappé de la multiplicité des interprétations contradictoires qui en ont été données. Or il suffit, en photographie, de mettre en compte, comme variable principale, une valeur toujours facilement traitée comme constante indifférente, celle de la surexposition (*voilage*) mise en jeu, pour voir rentrer immédiatement tous les cas dans la loi commune qui lie à l'énergie de l'excitation les manifestations de la sensibilité physique de surface, comme celles de la sensibilité physiologique : loi de fatigue, qui montre la réponse au stimulus, un instant retardée au voisinage du zéro, bientôt monter suivant une formule de proportionnalité, puis se ralentir aux approches d'un maximum relatif plus ou moins étalé, et, de là, retomber vers un zéro, assez lointain pour que ses au delà n'aient pu encore être sûrement précisés. Or, quelle que soit encore (après les observations de Janssen, Abney, A. et L. Lumière, Stolze, Michalke, Hurter et Driftfield, Bouasse, etc.) l'incertitude expérimentale sur la forme précise de la courbe des impressions en fonction soit des énergies excitatrices, soit de leurs modalités, le fait seul de l'existence d'un maximum entre les zéros de départ et d'aboutissement explique comment toutes les expériences faites au voisinage de ce maximum (ainsi que c'est toujours le cas, en photographie, lorsque intervient un voilage de la surface sensible) peuvent donner tantôt des apparences de *continuation*, si, restant en deça du maximum, elles poussent les ordonnées à s'en approcher, tantôt des effets d'*état neutre* (voile noir) lorsqu'on arrive au plateau, ou d'*inversion* lorsqu'on le dépasse, et, enfin, de *pseudo-destruction* dans l'approche finale du zéro. Toute intervention d'énergie additionnelle peut, suivant l'instant relatif de son application et de son aboutissement, avant ou après le changement de signe de la dérivée, jouer successivement le rôle *excitateur*, *continuateur*, ou soi-disant *destructeur*. Mais la possibilité, expérimentalement établie, de substitutions mutuelles et d'interventions d'ordre prouve qu'il n'y a jamais

d'action *négative* et que, d'un bout à l'autre du spectre entre autres, ainsi que le proclamait avec insistance Edm. Becquerel, il n'y a ni spécialisations, ni surtout antagonismes d'actions, mais de simples variations de coefficients d'intensité. Or, les données expérimentales actuellement acquises montrent que, si l'on réunit en tableau les courbes représentatives des intensités d'impression en fonction du temps pour des excitations diverses, chaque courbe, après être montée, et puis retombée, d'autant plus vite qu'elle correspond à une intensité plus grande, recoupe aussi, d'autant plus près, sa voisine en donnant ainsi, à tout instant, l'image des progrès de l'inversion avec le temps suivant le groupe des courbes en jeu. On comprend tout de suite, par exemple, comment les impressions de spectres sur plaques voilées donnent, à la place exacte du seul maximum vrai, un faux minimum dû à l'inversion de l'action du violet, tandis que, de part et d'autre, les radiations extrêmes, lentement agissantes par superposition de leur faible énergie à celle du voilage de renfort, font naître la fausse apparence de deux maxima sans fixité. Il n'est pas un des nombreux faits cités depuis l'origine de la photographie, semblables à ceux qu'a rapportés M. Villard, qui ne s'explique immédiatement de la même façon sans recours à d'autres circonstances, purement accessoires. **M. P. Villard** pense que les très intéressants résultats exposés par M. Guébbard rendent bien compte de ce qui se passe (développement alcalin compris, quand on emploie des radiations lumineuses dont chacune peut, à elle seule, impressionner la surface sensible, mais que l'extension aux phénomènes de continuation et de destruction ne paraît pas justifiée. Dans ces deux cas, on fait intervenir, en effet, des radiations qui, en dehors de toute impression préalable, seraient rigoureusement inactives pendant la durée de l'expérience (infra-rouge, par exemple). Il n'est pas indifférent ici de remplacer une radiation par une autre, comme dans les expériences de M. Guébbard, ou de changer l'ordre dans lequel on les fait agir. Il en cite quelques exemples. Sans vouloir le moins du monde critiquer les travaux de M. Guébbard et les conclusions si claires qui s'en dégagent, l'auteur considère donc que ces conclusions sont étrangères aux effets de continuation ou mieux de développement) et au phénomène visiblement général de la destruction d'une image par une radiation convenablement choisie. — **M. Guébbard**, regrettant de voir maintenir et même aggraver, par M. Villard, une logomachie contre l'abus de laquelle ne cessa de protester celui qu'on en rend souvent responsable, Edm. Becquerel, maintient formellement que tous les cas de *continuation* ou *destruction* cités par M. Villard sont, à son avis, également justiciables de la formule générale ci-dessus rappelée, et point de telle ou telle circonstance purement secondaire. **M. P. Villard** pense que tout ce débat repose sur des confusions. Ainsi, il n'a jamais été question de continuation pour le gélatinobromure d'argent (sauf si, au lieu d'un révélateur alcalin, on prend une solution d'argent, avec plaques à grain très fin). Pour ces préparations, il y a en effet lieu de détruire la légende créée autour de l'expérience d'Ed. Becquerel et d'après laquelle une plaque légèrement voilée serait plus sensible parce que le voile permettrait l'action des rayons continuaturs. Or il n'y a pas continuation et, s'il y en avait une, elle exigerait des heures pour se manifester; enfin, elle ne donnerait pas prise au révélateur. Il n'y a ici que les effets décrits par M. Guébbard. Quand aux papiers, il serait invraisemblable que l'addition d'une impression blanche invisible et d'une impression jaune également invisible donnât l'image intense qu'on obtient par continuation. — **M. W. Duddell** présente à la Société deux appareils fondés sur le principe thermique pour la mesure des petits courants alternatifs de haute fréquence. I. Un fil de platine-argent de 25 μ de diamètre est laminé pour former un ruban dont on fixe les extrémités, puis que l'on tord par le milieu de façon que les deux moitiés aient des

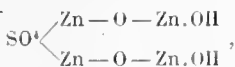
torsions inverses (ruban tordu d'Ayrton-Perry). Sur le milieu se trouve fixé un petit miroir de galvanomètre. Quand un courant échauffe par son passage le ruban tordu, sa torsion augmente et le miroir tourne. Un système compensateur particulier empêche l'appareil d'être sensible aux variations de la température ambiante; le zéro est fixe. Cet appareil donne 25 centimètres de déviation sur une échelle placée à 100 centimètres pour un courant de 22 milliampères. Il décèle des courants inférieurs au milliampère. Sa self-induction est faible et il est très robuste. Il a permis, pratiquement, de rechercher la cause des irrégularités de voltage des alternateurs accouplés ou commandés par une machine à vapeur. II. Une résistance traversée par le courant à mesurer échauffe par rayonnement l'une des sondes du couple thermo-électrique (Bi, Sb) d'un radiomicromètre de Boys. La résistance, en kruppiu, or ou platine, a une longueur de 3 millimètres à 4 millimètres et une résistance qui peut dépasser 10.000 ohms. Le couple thermo-électrique fait partie d'un cadre rectangulaire placé entre les pôles d'un aimant permanent et soutenu par un fil de quartz. Le cadre tourne quand la sonde chauffe. Cet appareil est plus sensible et plus délicat que le précédent; il obéit rapidement et on le rend propre à des mesures variées en changeant la résistance chauffante. — **M. Rothé**: *Photographies en couleurs obtenues par la méthode interférentielle, sans miroir de mercure*. Lorsqu'on regarde par réflexion la photographie d'un spectre obtenue par la méthode de M. Lippmann, on constate (surtout si le cliché a été surexposé que les deux faces de la plaque ne présentent pas les mêmes teintes. Du côté verre on voit les couleurs du spectre fidèlement reproduites, du côté gélatine des teintes très différentes, quelquefois à peu près complémentaires des premières. De plus, la face gélatine d'une photographie en couleurs, de pose insuffisante, présente, suivant la durée de la pose et l'épaisseur de la gélatine, des teintes variées. Il a semblé à M. Rothé que les plans d'argent réduits les plus voisins de la gélatine et la lame mince formée par la surface de la gélatine et le premier plan d'argent intervenaient pour une très large part dans la production des couleurs, lorsqu'on observe la face gélatine par réflexion. Or, il est logique d'admettre qu'entre la gélatine et le mercure tout l'air n'a pas été chassé. Il en subsiste une mince couche, qui est trop mince pour que l'épaisseur traversée introduise une différence de marche appréciable, mais dont la présence peut causer une réflexion sur la surface de séparation gélatine-air avec une différence de phase déterminée. Il y aurait alors, outre la réflexion sur le miroir de mercure, une réflexion sur l'air qui pourrait expliquer les teintes variées observées dans les clichés insuffisamment posés. S'il en est ainsi, on pourrait obtenir, pour des poses prolongées, des photographies en couleurs par réflexion de la lumière sur la surface gélatine-air seulement. L'expérience a confirmé la prévision. Les photographies présentées à la Société (spectres, perroquets, houx, oiseaux, bouquets) ont été obtenues par la méthode interférentielle de M. Lippmann, avec cette seule différence que M. Rothé a supprimé le miroir de mercure et utilisé seulement, comme surface réfléchissante, la surface de séparation gélatine-air. Il suffit de placer dans un appareil quelconque, la face verre tournée vers l'objet, une plaque transparente au gélatinobromure préparée d'après les indications de M. Lippmann. Comme pour les photographies interférentielles ordinaires, la pose est très variable suivant que l'objet est placé au soleil ou à l'ombre trente minutes au soleil, deux heures dans une salle de laboratoire. L'acide pyrogallique (formule de MM. Lumière) a paru être le révélateur le mieux approprié. Il est bon, pour faire apparaître les teintes sombres, de renforcer avec ménagement l'au bi-chlorure et à l'amidon. Il est aisé de prévoir, d'après la façon même dont ces photographies ont été obtenues, qu'elles offriront sans doute un éclat moins vif que les admirables épreuves de M. Lippmann. Les couleurs

son pourtant bien visibles et ces épreuves pourront, comme le croit M. Rothé, être perfectionnées notablement entre les mains des praticiens; en tout cas, elles présentent l'avantage de pouvoir être obtenues sans matériel spécial, dans un appareil quelconque. M. G. Lippmann dit que l'explication donnée par M. Rothé de son expérience peut être vérifiée de la manière suivante; derrière la couche sensible on met un verre noir, et l'on interpose une couche de benzine entre la gélatine et le verre noir. On supprime ainsi toute réflexion, et les couleurs disparaissent du même coup. Si, entre la gélatine et le verre noir, on laisse au lieu de benzine une couche d'air, les couleurs du spectre sont de nouveau reproduites; et l'on aperçoit en outre, sur le cliché, la trace noire des anneaux de Newton qui s'étaient formés entre les deux surfaces.

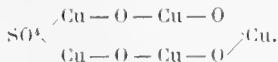
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 9 Décembre 1904.

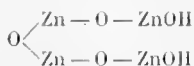
MM. André Brochet et Joseph Petit ont établi que la dissolution du platine dans les cyanures sous l'influence du courant alternatif résulte d'une désagrégation mécanique de l'électrode fonctionnant comme cathode. Cette désagrégation est amplifiée du fait de la variation de la densité du courant; elle résulte vraisemblablement de la formation transitoire d'un alliage, suivie de la dissolution spontanée du platine dans le cyanure. MM. André Brochet et Joseph Petit ont entrepris l'étude des conditions pratiques de l'oxydation électrolytique des ferrocyanures. Les résultats obtenus sont extrêmement variables, suivant la nature et l'état de la surface du métal employé comme anode. Les diverses variétés d'électrodes de charbon donnent également des rendements très différents les uns des autres. — M. A. Colson, en traitant du sulfate de zinc dissous par la quantité équivalente de potasse, a observé une diminution d'éclat sur des taches de sulfure de calcium phosphorescent, tandis que l'action du sulfate sur la potasse ne produit aucun effet. Cette expérience a conduit M. Colson à constater que, dans le premier cas, la précipitation de l'oxyde de zinc n'est pas totale; elle s'arrête constamment aux proportions nécessaires à la formation du sel basique :



quelle que soit la dilution des liqueurs. L'inaction de la réaction inverse sur les taches de CaS n'est pas due à la solubilité de l'oxyde de zinc dans les alcalis, car le sulfate de cuivre se comporte exactement comme ZnSO⁴ à l'endroit du sulfate de zinc; la limite de saturation seule diffère: elle répond au composé :



Non seulement la Thermo-chimie confirme ces différences d'action, mais aussi la Chimie pure. Tout d'abord, on retrouve les mêmes composés quand on remplace la potasse par la baryte dissoute. En outre, puisque les sulfates basiques résistent à l'action de la potasse froide, c'est que la base qu'ils renferment, principalement l'oxyde :



est une base forte, comparable à la potasse. Si, alors, on isole cette base par réaction de la potasse chaude sur le sel basique, elle devra chasser au moins partiellement la soude du sulfate SO⁴Na²; c'est ce que l'expérience vérifie. De même, l'oxyde de cuivre précipité se dissout complètement dans le sulfate d'ammoniaque en excès. Il y a d'autres conclusions à tirer des expériences précédentes. Tout d'abord, le sulfate de zinc dissous ne

peut pas être représenté par la formule SO⁴Zn, car, par l'action de la baryte, une molécule de ce sel donnerait intégralement SO⁴Ba et Zn(OH)², incapables l'un et l'autre de réagir sur le corps saturé SO⁴Zn, et dans ces conditions la décomposition du sel de zinc serait complète. La formule HO.Zn.SO⁴H est préférable: elle explique l'acidité bien connue du sulfate de zinc; mais la forme HSO⁴.Zn.O.Zn.SO⁴H rend, en outre, compte de la formation du sel basique ci-dessus décrite. Or, cette formule est précisément d'accord avec la cryoscopie; car, si l'on neutralise exactement l'acide sulfurique par l'oxyde de zinc, l'abaissement du point de congélation se réduit de moitié. Il en est de même si l'on remplace l'oxyde de zinc par l'oxyde de cuivre. Donc ces sulfates dissous ont une formule double de la formule moléculaire, et doivent être représentés par [SO⁴M]². Pour justifier cette interprétation cryoscopique, M. Colson a examiné l'effet des sulfates de sesquioxydes. Un sulfate chromique vert de formule Cr²(SO⁴)³, spécialement préparé et dissous au taux de 0 mol. 2 par litre, donne un abaissement cryoscopique de 0°81. L'acide qu'il renferme donnerait dans les mêmes conditions 2°40. Il y a donc bien condensation de 3 molécules sulfuriques. De plus, par ébullition, les 2 molécules Cr²(SO⁴)³ se changent en 1 molécule (SO⁴)²Cr²O + 4 mol. SO⁴H². Donc la cryoscopie, après ébullition, doit fournir le même abaissement 0°81, si l'abaissement moléculaire est, comme l'affirme M. Colson pour les sulfates, indépendant de la nature de la molécule. L'expérience indique 0°82, nombre dont la concordance est satisfaisante. — M. J. Bougault a étudié l'action de I et HgO (IOH naissant) sur les acides non saturés éthyléniques. Les résultats obtenus varient avec la place occupée par la double liaison. Les acides :



se retrouvent inaltérés à la fin de la réaction. Les acides R.CH : CH.CH².CO²H donnent des lactones iodées



susceptibles de régénérer l'acide par le zinc et l'acide acétique. Les acides R.CH : CH.CH².CH².CO²H sont à l'étude. Les acides à fonction éthylénique plus éloignée du carboxyle fixent IOH et donnent des acides de formule générale R.CHI.CHOH.(CH²)ⁿ.CO²H. — M. Tanret expose la suite de ses recherches sur les sucres à multitrotation.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

Lord Rayleigh a repris ses déterminations de la densité de l'oxyde d'azote, dans le but de diminuer autant que possible la différence qui existe entre ses résultats (1,52951) et ceux de M. Leduc (1,5301). Pour cela, il purifiait le gaz en le condensant au moyen de l'air liquide, qui le débarrasse des impuretés les plus volatiles. Ce traitement a, en effet, légèrement augmenté le poids, et la nouvelle densité, rapportée à l'air comme unité, est de 1,5297. L'auteur estime que le gaz ainsi purifié ne contient plus de traces appréciables d'azote, et que c'est donc la valeur de M. Leduc qui est trop élevée. Si l'oxygène est pris égal à 16, la densité de l'oxyde d'azote est de 22,143; l'excès de ce nombre au-dessus de 22, valeur théorique pour Az²O, est dû principalement à ce que ce gaz s'écarte de la loi de Boyle entre la pression atmosphérique et la condition de grande raréfaction.

Séance du 17 Novembre 1904.

Sir J. Norman Lockyer et M. F.-E. Baxandall communiquent les résultats d'une étude détaillée des

lignes élargies du titane, du fer et du chrome en rapport avec les lignes du spectre de Fraunhofer. Il a déjà été signalé que quelques-unes des lignes élargies du Ti, du F et du Cr, qu'on observe dans le spectre de α Cygni, paraissent correspondre à des lignes solaires faibles dont Rowland n'a pu trouver l'origine. La comparaison a été minutieusement reprise sur des photographies obtenues avec un réseau de Rowland, et telles que la partie du spectre située entre K et F a une longueur de 35 centimètres. Plusieurs lignes élargies tombent exactement sur des lignes isolées du spectre solaire; dans d'autres cas, la coïncidence n'a pu être établie que par des procédés indirects. En fin de compte, 42 de ces lignes élargies se confondent avec des lignes du spectre de Fraunhofer non identifiées par Rowland. — Les mêmes auteurs ont repris leurs recherches sur les *lignes du groupe IV du spectre du silicium*, à la suite des critiques de M. A. de Gramont, qui, à cause de leur faiblesse, les considère comme dues à l'oxygène ou à l'azote. Ils comparent le spectre d'étincelles du silicofluorure de sodium, volatilisé entre des pôles de platine, avec le spectre d'étincelle de l'air, rendu également incandescent entre des pôles de platine. Dans chaque spectre, on aperçoit très bien les lignes ordinaires de l'oxygène et de l'azote. Les lignes du silicium dont l'origine est contestée se trouvent dans le premier, mais il ne se trouve aucune ligne correspondante dans le spectre de l'air. Les auteurs donnent aussi côte à côte le spectre de SiF^4 et celui de β Orionis et montrent l'identité de position des lignes du groupe IV du silicium avec les lignes du spectre de cette étoile. — MM. W. R. Bousfield et T. M. Lowry : *Sur la conductivité électrique et diverses propriétés de l'hydrate de soude en solution aqueuse.* Le but primitif de cette recherche était de déterminer la diminution, lorsque la température s'élève, des propriétés ionisantes de l'eau, laquelle se manifeste par le fléchissement des courbes qui expriment la relation entre la température et la conductivité dans les solutions aqueuses des alcalis. Voici les principaux résultats de ce travail : 1° Dans les solutions les plus diluées, dans lesquelles « l'ionisation » est presque complète, et aussi dans les solutions les plus concentrées, les courbes, exprimant le rapport entre la conductivité moléculaire et la température dans les solutions aqueuses de l'hydrate de soude, ne sont pas infléchies entre 0° C. et 100° C.; la température de l'inflexion atteint le minimum à 48° C., pour le cas d'une solution normale (4 %), mais s'élève à 100° C. lorsque la concentration est élevée à 30 %; 2° Les courbes infléchies de la « conductivité-température » peuvent être représentées par la formule suivante :

$$K_t K_0 = \rho_0 / (1 + bt)^n e^{-at}$$

Cette formule est applicable aux courbes conductivité-température de toutes sortes, et donne l'expression non seulement de l'inflexion considérée, mais aussi de la conductivité maximum et de la seconde inflexion dans la courbe générale « conductivité-température »; 3° La conductivité maximum de la soude caustique à 18° C. est 0,3490 dans une solution à 15 %, la valeur donnée par Kohlrausch étant de 0,3462. A des températures plus élevées, la conductivité maximum est considérablement plus grande, s'élevant jusqu'à plus de 1,4 à 100° C., et elle se produit dans des solutions de plus grande concentration; 4° La viscosité d'une solution à 50 % est approximativement soixante-dix fois aussi grande que celle de l'eau. L'influence de ce facteur peut être en partie éliminée en divisant la conductivité moléculaire par la fluidité; les auteurs proposent d'appeler ce rapport la « conductivité intrinsèque » de la solution. Tandis que la conductivité moléculaire des solutions de soude décroît rapidement lorsqu'on élève la concentration, la « conductivité intrinsèque » tombe à un minimum à environ 8 % NaOH, et s'élève ensuite jusqu'à ce que, à 50 % NaOH, la valeur soit considérablement plus élevée que dans les solutions les plus

diluées. On croit que cette augmentation est due au fait que la soude liquide est un électrolyte, et que, dans les solutions concentrées, le courant est transmis en partie par la soude seule, comme si elle était à l'état fondu; 5° Pour déterminer à nouveau les densités des solutions aqueuses de l'hydrate de soude, on a pesé des quantités de sodium s'élevant à environ 150 grammes chaque fois, et on les a converties quantitativement en solutions concentrées d'hydrate de soude par l'action de la vapeur dans un vase de platine. Onze déterminations, faites avec six solutions différentes, ont donné comme densité d'une solution à 50 %, à 18° C., la valeur 1,5268, avec une erreur moyenne de 0,0001. On a préparé des solutions de concentrations connues par dilution; leurs densités ont été déterminées avec une erreur probable n'excédant pas 0,0001; les valeurs enregistrées par de précédents savants provenaient de solutions étalonnées par titration seulement, et elles semblent contenir des erreurs dans la troisième et même dans la seconde décimale; 6° Dans la formule $\rho_t = \rho_0 + \alpha t + \beta t^2 + \gamma t^3$, laquelle représente l'influence de la température sur la densité de l'eau et des solutions aqueuses de soude, le coefficient de t^3 disparaît lorsqu'on atteint la concentration de 42 % NaOH, tandis que le coefficient de t^2 disparaît à 42 % NaOH; à cette dernière concentration, il y a une simple relation linéaire entre la densité et la température; 7° Le volume moléculaire de l'hydrate de soude en solution aqueuse diluée a une grande valeur négative, un litre d'eau dissolvant 140 grammes à 0° C., 100 grammes à 18° C., ou 60 grammes à 50° C., sans augmentation de volume. Le volume moléculaire ne s'accroît pas continuellement à mesure que la température s'élève, mais atteint une valeur maximum à environ 70° C. Dans une solution à 50 %, la température a peu d'effet sur le volume moléculaire, la variation extrême étant seulement d'environ 10 %.

Séance du 24 Novembre 1904.

M. Clive Cuthbertson : *Les indices de réfraction des éléments.* Dans une lettre adressée au journal *Nature* d'octobre 1902, l'auteur attirera l'attention sur le fait que les réfractivités des cinq gaz inertes de l'atmosphère, He, Ne, Ar, Kr et X, déterminés par Ramsay et Travers, se trouvent, dans d'étroites limites d'exactitude, dans la proportion de 1, 2, 8, 12 et 20, ou plus simplement de $\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, 2, 3$ et 5. Dans une seconde lettre, il montra que les réfractivités des halogènes Cl, Br et I sont aussi dans le rapport de 2, 3 et 5 avec le même degré d'exactitude; et il fit remarquer que les chiffres pour P, As et S, calculés par M. Le Roux en 1861, ne présentent aucune relation semblable; une nouvelle détermination de ces chiffres parut devoir être intéressante. Avec un réfractomètre Jamin adapté pour l'emploi à de hautes températures, on a maintenant obtenu des résultats pour Hg, P et S, qui diffèrent beaucoup de ceux obtenus par M. Le Roux. L'indice du mercure, calculé pour une molécule contenant deux atomes, est égal à 1,001.857, nombre qui se rapproche étroitement de la valeur donnée par l'équivalent de réfraction de Gladstone. On trouve que l'indice de P_2 est de 1,001.197, et celui de S_2 de 1,001.101. On estime que, dans les trois cas, la marge d'erreur n'excède pas 1/2 %. En comparant ces valeurs pour P_2 et S_2 avec celles de As_2 et O_2 , on prouve que les relations simples trouvées pour les gaz inertes et les halogènes existent aussi avec l'azote et le phosphore, l'oxygène et le soufre; et qu'un atome de phosphore retarde la lumière quatre fois autant qu'un atome d'azote, et un atome de soufre quatre fois autant qu'un atome d'oxygène. Des efforts ont été accomplis dans le but de mesurer l'indice du fluor à l'état gazeux; mais, par suite des difficultés expérimentales, on n'a pas encore obtenu de résultats satisfaisants. Il apparaît donc que, sur quatorze éléments dont on a mesuré l'indice de réfraction à l'état gazeux, douze se conforment à la règle par laquelle, dans chaque groupe

chimique, les réfractions des éléments sont dans les rapports de petits nombres. Les deux autres, Hg et H, n'ont pas d'éléments alliés avec lesquels ils puissent être comparés. L'auteur indique que Az, O et Ne sont chacun suivis dans leur famille respective par un élément dont la réfraction est quatre fois aussi grande; par conséquent, il y a des raisons pour croire que les éléments composant les séries Az, O, F, Ne et P, S, Cl, A, sont en quelque sorte homologues. Si on compare les réfractivités des dernières séries, on voit que le pouvoir de retarder la lumière paraît être étroitement relié avec la valence, augmentant lorsqu'elle augmente, malgré la diminution du poids atomique, comme on peut s'en rendre compte par la table suivante :

	ÉLÉMENT			
	P	S	Cl	A
Poids atomique.	31	32	35.5	40
Réfractivité . .	299×14	275×14	192×14	141×14

Les séries Ne, O, Az montrent la même relation, et il est probable que la réfractivité de C est même plus élevée que celle de Az. La réfractivité de B, estimée d'après BCl₃ et BBr₃, est certainement très grande, mais il n'y a pas de preuve suffisante pour déterminer si elle excède celle de C.

Séance du 1^{er} Décembre 1904.

M^{lle} **Fl. M. Durham** a retiré, de la peau de certains animaux pigmentés (lapins, rats, cobayes, poulets), un extrait qui agit sur la tyrosine en produisant une substance pigmentaire. Cette action suggère la présence d'une tyrosinase dans la peau de ces Vertébrés. L'action de la tyrosinase est détruite par l'ébullition, n'a pas lieu à froid, est affaiblie par le temps, requiert une température d'environ 37° C. et aussi la présence d'une substance activante, comme le sulfate ferreux, pour la mettre en marche. Les substances colorées produites se rapprochent de la couleur des animaux utilisés : on obtient, en effet, des substances noires avec l'extrait de la peau des animaux colorés en noir, et des substances jaunes avec les animaux colorés en orange. Les substances colorées sont solubles dans les alcalis et insolubles dans les acides. — **M. A. J. Ewart** communique des recherches sur l'ascension de l'eau dans les arbres. Le flux de l'eau dans les vaisseaux ouverts remplis de sève a lieu suivant la formule de Poiseuille pour l'écoulement à travers les tubes cylindriques rigides. La vitesse du flux est directement proportionnelle à la pression et au carré du rayon du tube, et inversement proportionnelle à la longueur du tube et à la viscosité du liquide. Un petit nombre de larges vaisseaux offre donc moins de résistance au flux qu'un grand nombre de tubes étroits, ayant la même hauteur et la même surface totale de section interne. Comme la viscosité dépend de la température, celle-ci est un facteur important : la viscosité et la résistance diminuent avec une élévation de température. Pour une vitesse moyenne de flux, la résistance totale due à la viscosité de l'eau est toujours moindre (et pour les plantes grimpances avec de larges vaisseaux beaucoup moindre) qu'une colonne d'eau de la hauteur de la tige. Les vaisseaux adultes des Angiospermes à transpiration active contiennent toujours des bulles d'air, qui introduisent une résistance au flux inversement proportionnelle au rayon du tube quand les bulles et la colonne d'eau se meuvent ensemble. Quand ces bulles sont relativement stationnaires, comme dans la plupart des vaisseaux, la résistance augmente beaucoup. Les déterminations de la quantité de flux, faites d'après la vitesse du flux, le diamètre et le nombre des vaisseaux, montrent que le flux a lieu presque entièrement, dans le bois des Dicotylédones, par les cavités des vaisseaux et à peine par les trachéïdes. La résistance totale au flux dans les tiges droites des plantes à transpiration active paraît correspondre à une colonne d'eau

de 6 à 33 (petits arbres) ou de 5 à 7 (grands arbres) fois la hauteur de la plante. Donc, dans les arbres les plus hauts, la pression totale nécessaire pour maintenir une active évaporation doit être équivalente à au moins 100 atmosphères. Aucune feuille ne peut produire ou maintenir une suction osmotique de cette intensité. La suction maximale des feuilles a été trouvée égale à 2-3 atmosphères, et elle est généralement moindre; sur le même tronc, la résistance totale au flux était de 10 à 12 atmosphères. Il en résulte que, pour maintenir le flux, une action aspirante doit être exercée dans le bois, pour laquelle la présence de cellules vivantes actives est essentielle. Il est possible que les cellules du parenchyme du bois, par l'excrétion et la réabsorption de matières dissoutes, puissent mettre en jeu des forces de tension superficielle dans les vaisseaux d'une intensité suffisante pour maintenir un courant constant. — **M. D. H. Scott** poursuit ses recherches sur la structure et les affinités des plantes fossiles des roches paléozoïques. Il a découvert un nouveau strobilus qui lui paraît rentrer dans le genre *Sphenophyllum*. Le point le plus caractéristique de la structure du nouveau cône est la fertilité à la fois du lobe dorsal et du lobe ventral de la sporophylle; l'auteur propose, en conséquence, pour cette espèce le nom de *S. fertile*.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 20 Octobre 1904.

M. J. T. Dunn résume ses expériences sur la détermination du point de fusion des matériaux réfractaires, en particulier des argiles et des briques siliceuses. Il opérerait par comparaison avec les cônes de Seger, mélanges de kaolin avec du quartz, de l'alumine et du feldspath gradués de manière à former une série dont les points de fusion vont en croissant. Ceux-ci sont placés à côté de la matière à essayer dans un four chauffé par un mélange d'oxygène et de gaz d'éclairage.

Séance du 17 Novembre 1904.

M. W. H. Sodeau présente divers appareils pour le réglage de la température : 1° un régulateur à vapeur avec tube dilatible; 2° un régulateur à vapeur électromagnétique; 3° un thermomètre à contact électrique; 4° un régulateur simple à l'usage des gros brûleurs à gaz; 5° une modification très sensible du régulateur à gaz de Novy.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 11 Novembre 1904.

M. E. Traube présente une communication sur le rôle que la tension superficielle joue dans les organismes. D'après **M. E. Overton**, la vitesse osmotique étant dans presque tous les cas parallèle au coefficient de répartition entre les corps gras et l'eau, ce seraient les membranes contenant de la cholestérine et de la lécithine qui déterminent la pénétration des liquides dans les cellules dans la mesure de leur solubilité dans ces substances grasses. L'auteur est d'avis que cette hypothèse n'est pas absolument exacte, la pénétration des liquides dans les cellules n'étant pas nécessairement liée à une dissolution préalable dans la substance grasse. Les recherches capillaires qu'il vient de faire sur toutes les substances dont la vitesse osmotique a été déterminée par **M. Overton** lui ont donné le résultat que la vitesse osmotique et la tension superficielle, et par là la pression externe des liquides, sont parfaitement parallèles. Les corps qui, à l'état de solution aqueuse (sels, sucre de canne, etc.), ne traversent pas, en général, les cellules vivantes, augmentent la tension superficielle et la pression interne de l'eau. Les substances telles que glycérine, le glycol, l'acétamide, etc.,

traversant lentement le protoplasme, diminuent la tension superficielle de l'eau dans le même ordre et dans une mesure peu considérable. Les substances pénétrant rapidement (telles que les alcools, les acides gras, etc.) produisent, au contraire, une diminution fort considérable de la tension superficielle de l'eau. C'est, par conséquent, la différence des tensions superficielles, soit la *pression superficielle*, qui agit comme force motrice dans les phénomènes osmotiques. C'est de cette force que dépendent la présence et la vitesse d'action de la pression osmotique. Tout en n'étant point identique à la pression osmotique, cette nouvelle force motrice est, sans aucun doute, d'une grande importance pour les phénomènes les plus variés se passant dans les organismes animés. La théorie de l'auteur veut que, de deux liquides séparés par une membrane à parois capillaires, c'est le liquide à tension superficielle moindre qui traverse la membrane. Ces phénomènes restent encore les mêmes si on élimine la membrane; aussi ce n'est pas le sel ou la solution saline qui se diffusent dans l'eau, mais bien l'eau qui se diffuse dans la solution saline. Cette nouvelle manière de regarder les phénomènes de diffusion paraît être d'une importance considérable au point de vue des phénomènes de concentration se passant dans les organismes, en même temps qu'elle donne une *nouvelle théorie de la solubilité*. Si l'alcool éthylique et l'eau sont miscibles, c'est que l'alcool éthylique, liquide à tension superficielle moindre, est soluble dans le liquide à tension superficielle plus grande, c'est-à-dire dans l'eau. Ce n'est pas le chlorure de sodium qui se dissout dans l'eau, mais l'eau qui se dissout dans la couche superficielle du chlorure de sodium. C'est pour cette même raison que l'alcool amylique est plus soluble dans l'eau qu'inversement. Aussitôt que les deux couches liquides se forment dans la superposition de ces deux liquides ont même tension superficielle, la solution est saturée. La tension superficielle de la solution saturée ne saurait jamais être moindre que celle de la substance dissoute. Voici quelques-unes des autres conclusions à tirer de cette théorie de la solubilité : Lorsqu'on additionne l'eau de substances telles que l'alcool méthylique ou éthylique, sa tension superficielle se trouve diminuée de façon appréciable, c'est-à-dire que ces substances tendent à augmenter la surface de l'eau. Or, la propension que possèdent ces substances à se dissoudre, à savoir leur tension de solution, est inversement proportionnelle à cette tendance : on trouve donc ainsi une relation des plus simples entre les tensions superficielles et de solution. Si l'on étend au-dessus de la solution aqueuse de ces alcools un corps gras ou un benzène, etc., le coefficient de répartition se déplacera d'autant plus en faveur de la substance grasse, etc., que la tension de solution est moins considérable et que l'influence de la substance en question sur la tension superficielle de l'eau est plus grande. Nous comprenons par là la justesse des relations trouvées par M. Overton entre la solubilité des corps gras et les vitesses osmotiques, sans que nous soyons obligés de considérer cette solubilité comme cause de la pénétration des cellules, hypothèse qui, jusqu'à nouvel ordre, n'est point indispensable. Mais il y a plus; on retrouve même quantitativement les relations constatées entre la tension superficielle, la vitesse osmotique, la diffusion, la solubilité et le coefficient de répartition. Suivant une loi empirique trouvée autrefois par l'auteur et qui est vraie d'une façon très approchée, les quantités équivalentes de corps homologues en solution aqueuse abaissent la tension superficielle de l'eau dans le rapport $1 : 3 : 3^2 : 3^3$. Cette loi capillaire s'applique encore d'une façon approximative au coefficient de répartition du système benzène-eau, etc. Mais la vérification la plus frappante de cette loi et de l'ensemble des vues théoriques de l'auteur est fournie par les substances narcotiques. MM. Meyer et Overton ont signalé les relations étroites qui existent entre l'effet narcotique et la solubilité des

corps gras; aussi il fallait s'attendre à ce que la tension superficielle et la vertu narcotique fussent également parallèles au même degré. Or, c'est ce qui est vrai dans une large mesure pour les substances même les plus différentes au point de vue chimique. Suivant les récentes expériences de plusieurs auteurs, l'effet narcotique des corps homologues pour des poids moléculaires croissants augmente dans le même rapport $1 : 3 : 3^2 : 3^3$ que la tension superficielle. L'introduction en physiologie de la tension superficielle au lieu de la pression osmotique permet de trouver une interprétation simple d'une multitude de phénomènes qui, jusqu'ici, ne s'expliquaient que grâce à des forces dites vitales. Il paraît que la théorie de l'auteur s'accorde parfaitement avec les phénomènes se passant dans l'estomac, les intestins, les reins, la peau, etc. L'effet de la plupart des médicaments s'explique également par la relation démontrée entre la tension superficielle et la vitesse osmotique; cet effet consisterait en une modification de la tension superficielle. Beaucoup de ces substances exercent des effets catalytiques souvent en quantité minime, en s'établissant en un endroit donné de l'organisme où elles modifient la tension superficielle et la vitesse osmotique. — MM. E. Meyer et E. Müller ont fait des recherches sur la cause de l'ionisation par le phosphore, recherches quelque peu analogues à celles de MM. Elster et Geitel. D'accord avec ces dernières, dont elles étaient d'ailleurs absolument indépendantes (les auteurs n'en ayant eu connaissance qu'après), elles font voir que l'ionisation par le phosphore ne saurait être due aux rayons de courte longueur d'onde. — M. L. Zehnder vient de construire un nouveau polarimètre à pénombres. Afin d'augmenter la précision des ajustements, l'auteur combine un polarimètre à pénombres avec le compensateur de Biot-Babinet. L'une des moitiés du diaphragme à pénombres est constituée par un nicol, l'autre par une plaque plane et parallèle de verre enfumé ou coloré, dont l'opacité est juste suffisante pour permettre un ajustement satisfaisant de la lunette avec l'éclairage dont on se sert. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Novembre 1904.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. D.-J. Korteweg et D. de Lange : *Les points ombilicaux double et multiple comme singularités du premier ordre d'exception de surfaces générales en coordonnées ponctuelles*. Si l'on varie d'une manière continue les paramètres figurant dans l'équation cartésienne d'une surface, la surface elle-même varie en général d'une manière continue. Alors deux ou plusieurs des points singuliers qui se présentent en nombre fini, comme les points de plissement, les points ombilicaux, etc., peuvent se réunir en un même point, point de coïncidence double ou multiple de cette espèce. Comme le montrent les résultats, il y a ordinairement plus d'un mode de coïncidence; quelques-uns de ces modes correspondent à une condition unique entre les coefficients de l'équation, tandis que d'autres ne peuvent se présenter que si plusieurs conditions entre ces coefficients sont remplies. Les auteurs s'occupent seulement des coïncidences de la première catégorie. Les particularités du premier ordre qui s'interprètent comme des points de plissement multiples ont été étudiées par M. Korteweg en 1889 et 1890; il trouvait deux espèces de points de plissement doubles, les points homogènes et les points hétérogènes; les points d'osculation équivalent à des points de plissement triples et chaque point double correspond à 24 points de plissement coïncidés. Dans cette communication, les auteurs font connaître les résultats analogues pour les points ombilicaux. 1. Le point ombilical double à distance finie. 2. Le point double correspondant à douze points ombilicaux. Les points ombilicaux à l'infini. 3. Le point de contact d'une surface avec le plan à l'infini comme point ombi-

lical quadruple. 4. Le point de contact d'une surface avec le cercle commun à toutes les sphères comme point ombilical double. 5. Les points de la courbe spinodale à l'infini comme points ombilicaux simples, si la tangente se trouve à l'infini. 6. Les points d'intersection de la surface avec le cercle à l'infini comme points ombilicaux simples, si l'une des deux tangentes doubles dans le plan tangent se trouve à l'infini. Application aux quadriques. — **M. P.-H. Schoute** : *L'équation qui détermine les angles entre deux espaces polydimensionaux*. Solution du problème : « En un espace E_n à n dimensions les $n-p$ équations

$$x_{p+i} = a_{1,i}x_1 + a_{2,i}x_2 + \dots + a_{p,i}x_p. \quad (i=1, 2, \dots, n-p)$$

déterminent un espace E_p par rapport à un système de coordonnées rectangulaires $O(X_1, X_2, \dots, X_n)$. Comment forme-t-on l'équation dont les racines font connaître les p angles entre cet espace E_p et l'espace coordonné $O(X_1, X_2, \dots, X_p)$? — **M. J. Cardinaal** : *Sur le lieu géométrique des axes principaux d'un faisceau de quadriques*. Le lieu géométrique en question est une surface gauche du neuvième ordre admettant une cubique triple (le lieu des centres des surfaces du faisceau), un cône directeur cubique et une courbe double de l'ordre 18. L'auteur étudie plus en détail le cas particulier où la courbe de base du faisceau coupe le cercle commun à toutes les sphères en deux points. — **M. W. Kapteyn** : *Sur les valeurs de quelques intégrales définies en rapport avec les fonctions de Bessel*. L'auteur considère l'intégrale

$$\int_0^{2\pi} \frac{f(x, \theta, \varphi)}{\cos \theta + \cos \varphi} d\theta$$

où $f(x, \theta, \varphi)$ représente successivement : 1° $\cos(x \sin \theta) - \cos(x \sin \varphi)$; 2° $\sin(x \sin \theta) \sin \theta - \sin(x \sin \varphi) \sin \varphi$; 3° $\cos(x \cos \theta) - \cos(x \cos \varphi)$; 4° $\sin(x \cos \theta) \cos \theta - \sin(x \cos \varphi) \cos \varphi$.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. H. A. Lorentz** présente au nom de **M. A. Sommerfeld** (Aix-la-Chapelle) : *Déduction simplifiée du champ et des forces agissant sur un électron en mouvement*. Dans les *Göttinger Nachrichten*, l'auteur a communiqué des formules générales pour le champ d'un électron se mouvant d'une manière quelconque, d'une apparence plus simple que les formules de potentiel de M. Lorentz. La différence est la suivante : Les formules de M. Sommerfeld représentent les potentiels à l'aide d'une intégrale simple par rapport au temps parcouru, où entrent seulement les distances variables d'un point fixe au centre de l'électron, supposé sphérique; au contraire, les formules antérieures pour les potentiels ralentis contiennent des intégrales doubles ou triples qui s'étendent sur l'espace de la charge et où entre en même temps la distance du point fixe à la position antérieure de la charge. Seulement pour des cas particuliers M. P. Hertz, dans sa thèse (Göttingen, 1904), a appliqué une méthode capable de remplacer l'investigation générale de M. Sommerfeld, en faisant usage, pour l'énoncé de la loi de formation des potentiels, de l'image très heureuse d'une sphère se contractant avec la vitesse de la lumière. Dans les *Göttinger Nachrichten*, M. Sommerfeld s'est servi d'une représentation à l'aide d'intégrales de Fourier; ici il s'appuie exclusivement sur le théorème de Green. Alors, le potentiel cherché prend la forme d'une intégrale quadruple, une intégration se rapportant au temps et les trois autres à l'espace. En intégrant d'abord suivant le temps, il retrouve les formules de Lorentz; en intégrant d'abord suivant l'espace, il aboutit à ses propres formules. Sommaire : 1° Introduction, 2° Théorème de Green, 3° Transition aux formules de Lorentz et de Sommerfeld, 4° Le champ d'un mouvement stationnaire, surtout pour des vitesses surpassant celle de la lumière, 5° Les forces exercées par le champ sur l'électron, surtout dans le cas du mouvement stationnaire avec une vitesse plus grande que celle de la lumière. — **M. A. F. Holleman** : *Sur la*

préparation de Portho-toluidine pure et sur une méthode de détermination du degré de pureté. — **M. C. H. Wind** présente au nom de **M. C. Easton** : *Oscillations de l'activité solaire et du climat*. **MM. Köppen** et **Nordmann** ont montré qu'il existe un parallélisme remarquable entre les oscillations de la température dans la zone tropicale et le nombre et l'étendue des taches solaires; mais on pouvait croire qu'une telle corrélation faisait défaut pour les zones entropiques, sans doute à cause des perturbations atmosphériques. Or, l'auteur trouve d'abord un certain parallélisme entre la fréquence des hivers très rigoureux dans l'Europe centrale et occidentale depuis le milieu du 19^e siècle (selon Köppen), et la courbe qui représente la valeur $M-m$, indiquant pour chaque oscillation undécennale le temps qui s'écoule entre un maximum de l'activité solaire et le minimum précédent. Mais une corrélation est de même très apparente entre la courbe des taches (nombres relatifs de R. Wolf) et la fréquence des hivers rigoureux, dès qu'on groupe ceux-ci dans une période de quatre-vingt-neuf, cent-soixante-dix-huit ou trois-cent-cinquante-six ans — correspondant à 8, 16, 32 oscillations undécennales. Une période de quarante-cinq ans et demi est même discernable, surtout pour les hivers exceptionnellement rigoureux. Il s'ensuit qu'une même périodicité affecte les variations du climat et les manifestations de « l'énergie solaire ». Il est certain aussi que les irrégularités dans l'époque du maximum et du minimum solaires, comparés à la moyenne de onze, treize ans comptée par Newcomb, sont pour une grande partie réelles, puisqu'il résulte des recherches de l'auteur qu'une diminution de la température hivernale correspond en général à une accélération du minimum solaire, une augmentation à un retard. **M. Easton** trouve encore que la période undécennale se manifeste aussi dans la courbe des hivers, de telle sorte que, prise en général, le froid augmente avec le nombre des taches, mais que les oscillations de la température précédent celles de la fréquence des taches dans les époques relativement chaudes de la grande période.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. C. A. Pekelharing** présente au nom de **M. M. C. Dekhuyzen** : *Sur la pression osmotique dans le sang et l'urine des poissons*. Les poissons de passage (l'anguille, le saumon, l'aloise) se rendent dans un temps assez court, sans en éprouver quelque tort, de l'eau de mer, où règne une pression osmotique de 24 atmosphères, à l'eau douce, où cette pression est à peu près cent fois plus petite, et vice versa. Comment peuvent-ils se permettre une telle émancipation des lois de la pression osmotique? On sait grossièrement que les Téléostéens, tant en eau douce qu'en eau marine, maintiennent dans leur sang une pression osmotique à peu près indépendante du milieu environnant. Mais on ignore entre quelles limites l'organisme gouverne la teneur en sel des humeurs corporelles et par quels moyens il y réussit. Certainement, les Téléostéens sont sténoraliens, c'est-à-dire que chaque espèce exige une pression osmotique de l'eau environnante qui ne varie pas sensiblement et surtout pas trop vite. La question est tout autre chez les poissons de passage. Pour pouvoir pénétrer dans le mécanisme de ces phénomènes physiologiques, il faut connaître la pression osmotique dans le sang des espèces différentes. **M. Dekhuyzen** fait connaître les résultats d'une série d'expériences; de plus, il signale la question comme objet d'étude à la Commission internationale pour l'étude de la mer. — **M. W. Einthoven** présente le tome V de la deuxième série des « *Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium te Leiden* ».

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 32, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

La situation de la Terre dans l'espace. — Un des plus brillants disciples de Darwin, M. A. Russell Wallace, a écrit, dans la *Fortnightly Review*, un article très remarqué sur « la place qu'occupe la Terre dans l'Univers, d'après l'Astronomie moderne ». Il envisage l'hypothèse que notre Soleil occupe une position presque exactement centrale dans l'Univers visible et que, par conséquent, il est probable qu'il est au centre réel de l'Univers matériel tout entier. Sommes-nous au centre d'un groupe de Soleils? Ce groupe n'est-il pas seulement dans le plan de la Voie lactée, mais au centre même de ce plan? Ce sont là questions bien épineuses et qui, cependant, ne font aucun doute pour M. Wallace lorsqu'il étudie la distribution des étoiles dans l'espace; de même, l'auteur considère la Terre comme seule remplissant les conditions de la vie organique, ne pouvant s'en figurer d'autre que la propre vie terrestre.

Certes, les raisonnements, tantôt astronomiques, tantôt biologiques, sont toujours instructifs et curieux; mais, néanmoins, cette tentative pour prouver un univers matériel fini échoue à chaque pas; sans doute, pour nous, l'Univers est fini, mais qu'il n'y ait rien au delà de ce que nous voyons est une question toute différente, que nous ne sommes guère aptes à résoudre. L'auteur « a agi comme ferait un homme qui prétendrait être au centre exact de l'Angleterre, parce que son horizon s'étend à la même distance dans toutes les directions »; nous empruntons là une conclusion du distingué vice-président de l'Association Astronomique de la Grande Bretagne, M. E.-W. Maunder, qui a fait une critique délicate et très serrée de la tentative de M. A. Russell Wallace, au point de vue astronomique (*Journal de l'Association astronomique de la Grande Bretagne*, t. XIII, n^o 6).

§ 2. — Météorologie

Le sondage de l'atmosphère par cerfs-volants. — Nous avons eu déjà l'occasion de signaler, ici-même, l'heureuse initiative de M. A.-L. Rotch pour

rendre les cerfs-volants indépendants du vent naturel en les installant à bord d'un bateau à vapeur, et acquérir de la sorte de précieuses données sur les conditions météorologiques de l'atmosphère supérieure. Le Dr Fassig, de Baltimore, vient d'effectuer des ascensions de cerfs-volants aux îles Bahamas, vers la limite septentrionale de l'alizé du nord-est, mais les altitudes conquises de la sorte sont encore insuffisantes.

Les théories généralement acceptées sur les mouvements des contre-alizés supérieurs ne sont nullement vérifiées, ni par les observations des poussières volcaniques projetées dans la haute atmosphère, ni par celles des nuages supérieurs dans ces parages; du reste, on ne connaît ni l'altitude à laquelle persistent les alizés, ni les changements verticaux de la température et de l'humidité au-dessus de l'Océan.

Ce sont donc, essentiellement, les alizés et contre-alizés qu'il faudrait pouvoir sonder, avec les calmes équatoriaux.

Après différents essais avec un petit bateau pouvant se diriger à volonté dans la baie de Massachussets, M. Rotch a traversé l'Atlantique et put élever ses cerfs-volants cinq jours sur les huit jours de durée du voyage: il rendit compte de ses expériences, dès 1901, à l'Association Britannique à Glasgow, et ses observations paraîtront dans les *Annales de l'Observatoire de Blue-Hill*.

Depuis lors, cet auteur a élaboré un projet, et préparé un plan de campagne avec M. Hildebrandsson; présenté au Congrès Aéronautique international de Berlin, et annexé aux procès-verbaux des séances, ce projet obtint l'adhésion de la Commission internationale d'Aérostation scientifique; dernièrement encore, et sur la proposition, très compétente en ces matières, de M. L. Teisserenc de Bort, le Comité météorologique international vient de reconnaître officiellement la très haute importance de ces recherches.

Il s'agit d'obtenir là des renseignements de premier ordre pour la Météorologie générale et la prévision du temps; on sait ce qu'il faut observer; on sait comment l'observer.

Il manque 50.000 francs, ou un mécène bien inspiré pour cette œuvre utile.

§ 3. — Mécanique

Un appareil pour diminuer le roulis d'un vaisseau. — Alors que le tangage des vaisseaux ne saurait guère être diminué par voie artificielle, on a fait bon nombre de tentatives en vue de réduire le mouvement de roulis, tentatives qui ont été au moins partiellement heureuses. On augmentait la période d'oscillation latérale autant que possible, ou bien l'on diminuait dans une certaine mesure l'amplitude des oscillations produites par les impulsions des vagues frappant le vaisseau. Il n'existait, toutefois, aucun appareil susceptible de mettre à profit simultanément les deux effets dont il vient d'être question. Les périodes d'oscillation considérables se réalisent en augmentant le moment d'inertie et en diminuant en même

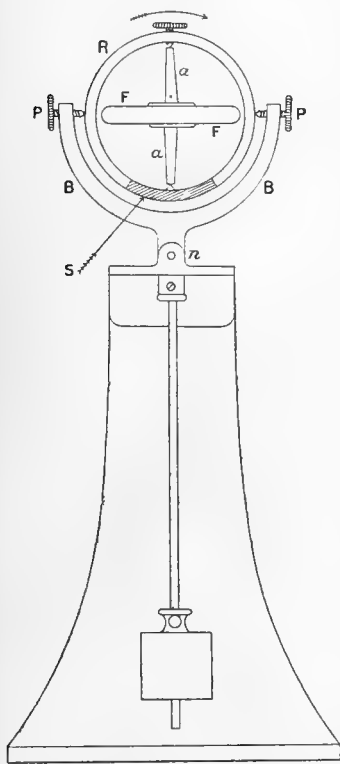


Fig. 1. — Schéma du dispositif de M. Schlick pour diminuer le roulis d'un vaisseau. — R, cadre; FF, volant; aa, axe du volant; pp, tourillons; BB, support des tourillons.

temps la hauteur métacentrique. En raison, cependant, des limites étroites dans lesquelles cette méthode peut être appliquée, les résultats obtenus dans cette voie étaient peu encourageants. D'autre part, on s'est servi de quilles de dérive et de chambres à eau pour limiter l'amplitude des oscillations, et l'appareil présenté par M. Thornycroft à l'*Institution of Naval Architects*, en 1892, doit être mentionné plus spécialement à ce sujet.

Or, un ingénieur allemand, M. O. Schlick, de Hambourg, vient d'imaginer un appareil ingénieux et qui paraît se prêter à augmenter puissamment la période d'oscillation du mouvement de roulis d'un vaisseau, en même temps qu'il en diminue l'amplitude; ces deux effets simultanés sont basés sur l'action gyroscopique d'un volant installé à bord et exécutant un mouvement de rotation rapide. L'axe vertical de cet appareil est

susceptible d'un mouvement de pendule dans le plan central du vaisseau. Ce dernier, en raison des oscillations continues et rapides du volant, se trouve rendu insensible à l'effet des vagues, ce qui élimine pratiquement tout mouvement de roulis. Comme l'effet qu'exerce cet appareil est fort énergique, même pour les oscillations latérales les plus petites du vaisseau, les mouvements d'oscillation n'ont pas le temps de se propager et de prendre une intensité appréciable, à l'inverse de ce qui arrive pour les quilles de dérive, qui n'exercent leur action qu'après que le roulis a atteint une amplitude fort considérable.

En ce qui concerne le principe sur lequel se base cet appareil, rappelons que tout corps tournant oppose à toute inclinaison de son axe une résistance d'autant plus grande que la rotation est plus rapide et le poids du corps est plus considérable.

Dans la figure 1, on a représenté schématiquement

un volant se prêtant éminemment à exercer l'effet amortisseur en question. Dans un grand cadre R, tournant autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la direction longitudinale du vaisseau dans deux tourillons pp, est monté l'axe vertical a du volant FF, mis en rotation rapide par un électromoteur. Comme les forces produisant le mouvement de roulis d'un vaisseau ne sont point nécessairement d'une intensité excessive (en effet, on sait que vingt à vingt-cinq hommes courant dans la cadence voulue d'un côté du pont d'un grand steamer à l'autre peuvent très bien produire un roulis fort considérable), le poids de l'appareil n'a nullement besoin d'être très grand. M. Schlick trouve, par ses calculs, que, dans le cas d'un vaisseau du poids de 6.000 tonnes, un volant de 10 tonnes et de 4 mètres de diamètre suffit parfaitement. Il n'y a, par conséquent, aucune difficulté à employer l'appareil Schlick sur les vaisseaux à dimensions modérées, tels que, par exemple, les bateaux traversant la Manche, où il contribuera grandement à augmenter le bien-être des voyageurs.

Les calculs qui suivent montrent bien l'action de l'appareil sur un bateau semblable. Soit donné un steamer du poids de 6.000 tonnes, présentant, avec une hauteur métacentrique de 0^m,45 sans le volant, une période d'oscillation double de 15 secondes. On installe à bord du vaisseau un volant d'un diamètre de 4 mètres et d'un poids de 10 tonnes, tournant à une vitesse angulaire de 200 mètres par seconde, vitesse qui ne nuit nullement à la sûreté du volant, pourvu que ce dernier soit bien construit. Le poids total du volant, y compris le cadre oscillant et la machine motrice, est d'environ 20 tonnes, les tourillons du cadre étant disposés de façon à placer la distance du centre de gravité du système tout entier, soit à 0^m,5, soit à 1 mètre en dessous de l'axe d'oscillation. Un tableau publié par l'inventeur fait voir que l'action de ce volant sur le mouvement de roulis d'un vaisseau est d'une intensité fort considérable. En effet, si le vaisseau, pour une raison quelconque, a atteint une amplitude d'oscillation d'environ 4° d'un côté ou de l'autre, l'inclinaison ne dépassera pas 1° dans l'oscillation suivante, alors que le mouvement de roulis se trouve pratiquement arrêté après deux ou trois oscillations, tandis que, dans un vaisseau analogue, mais sans volant, ce résultat n'est pas obtenu avant 6 ou 7 oscillations. D'autre part, la période d'oscillation du vaisseau se trouve grandement accrue, ce qui diminue considérablement l'influence des ondes au point de vue de la production d'oscillations transversales. Comme la résistance de l'eau vient à son tour ajouter son influence, cet effet sera réalisé même plus rapidement.

Une question relative au mécanisme des fluides. — Tous ceux qui ont regardé un brochet ont pu observer qu'il est pourvu d'une large gueule aplatie horizontalement et, par suite, perpendiculaire à sa queue, tandis que la plupart des autres poissons ont leur gueule aplatie dans le même sens vertical que leur queue.

Etant animal de proie, le brochet doit pouvoir surpasser en vitesse les autres poissons, sans quoi il ne saurait les attraper. Pour cela, la Nature non seulement lui a donné des formes bien plus effilées à l'arrière qu'à l'avant (ce qui est la condition indispensable pour obtenir de grandes vitesses), mais encore elle l'a doté de cette inversion de la tête par rapport à la queue, circonstance qui contribue largement à sa rapidité de progression.

Rappelons, en effet, que lorsqu'un fluide s'écoule par un orifice, par exemple rectangulaire, la veine, qui, à sa sortie, présente ce rectangle dans le sens même de l'orifice, le laisse voir retourné dans le sens perpendiculaire à une certaine distance de cet orifice. C'est ce qu'on a appelé « l'inversion de la veine ».

Réciproquement, le brochet peut être considéré comme étant la veine inversée; en fendant l'eau dans le sens horizontal à l'avant et en la quittant dans le

sens vertical à l'arrière, il offre au liquide le minimum de parcours pour se refermer sur lui-même et reprendre sa position de repos. Il s'ensuit que le poisson éprouve une moindre résistance pour progresser, car cette résistance provient principalement du vide qui se formerait à l'arrière, si l'eau n'avait pas le temps de reprendre sa place pendant le passage du corps qui la traverse.

Remarquons, en passant, que tous les animaux appelés à se transporter rapidement dans un fluide sont beaucoup plus effilés par l'arrière que par le devant, et ajoutons même que des formes trop fines d'avant sont tout à fait nuisibles pour les grandes vitesses, ce qu'on peut facilement démontrer, mais nous mènerait trop loin pour le moment.

Disons seulement qu'il est difficile de comprendre pourquoi l'on s'obstine à donner aux embarcations quelconques des formes plus fines à l'avant qu'à l'arrière, alors que c'est le contraire qu'il faudrait faire.

C.-L. Weyher.

§ 4. — Électricité industrielle

Nouvel appareil enregistreur pour la télégraphie sous-marine. — M. Gustave Richard a signalé, à l'une des dernières séances de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, une nouveauté curieuse dans la télégraphie sous-marine, qui montre quel parti l'on peut tirer des découvertes scientifiques en apparence les plus dénuées de toute portée pratique.

On sait que l'une des caractéristiques de la télégraphie sous-marine est l'extrême faiblesse des courants transmis par les câbles, de sorte qu'il faut, pour en enregistrer les variations et les traduire en signes lisibles, des appareils extrêmement sensibles, presque sans inertie et sans frottements. Lord Kelvin a donné une solution géniale de cette difficulté, au moyen de son *siphon recorder*, dans lequel le tracé de la dépêche, sur une bande de papier déroulée devant la pointe d'un petit tube capillaire en siphon, se fait par une projection d'encre électrisée jaillissant de cette pointe sur le papier. L'appareil Armstrong-Orling, qui vient d'être proposé dans le même but, est fondé sur le phénomène de la variation de la dépression capillaire du mercure en fonction de la force électro-motrice du courant qui le traverse.

Qu'on imagine un tube de verre rempli de mercure et terminé par une pointe capillaire plongeant dans un électrolyte, de l'eau acidulée, par exemple. En vertu de la tension superficielle existant entre le mercure de la pointe capillaire et l'électrolyte en leur contact, le mercure ne s'écoulera pas de son tube, et son niveau restera normalement à une hauteur déterminée par la constante capillaire du mercure dans ce tube. Mais, si l'on fait passer au travers du mercure et de son électrolyte un courant de tension variable, cette constante variera en fonction des variations même de cette tension, qui se traduiront, en conséquence, par des variations corrélatives dans la position du ménisque de mercure. Il ne restera donc plus qu'à enregistrer sur un papier ces oscillations du ménisque pour reproduire, si le courant en question est celui d'un câble télégraphique, les variations même de ce courant, c'est-à-dire les signes de la dépêche envoyée. Cet enregistrement se fait, très simplement, sur une bande de papier photographique déroulée devant une fente à laquelle arrive un faisceau lumineux concentré sur le ménisque de mercure. C'est, comme on le voit, presque tout à fait l'électromètre capillaire de Lippmann, mais fort opportunément détourné de sa destination première, car les oscillations du ménisque suivent avec une extrême sensibilité les variations du courant, au point, par exemple, que, si l'on fait résonner un diapason devant un téléphone relié à cet enregistreur, il en reproduit exactement les vibrations. En fait, l'appareil de MM. Armstrong Orling aurait donné, sur des câbles transatlantiques, une rapidité

de transmission double de celle du siphon recorder, et il aurait permis, dans des essais sur des lignes terrestres de grande longueur (Londres-Edimbourg), en partie aériennes, en partie souterraines, de transmettre jusqu'à 360 mots par minute.

§ 5. — Physiologie

Sur le suc pylorique. — On sait que les glandes contenues dans la partie de l'estomac voisine du pylore diffèrent par leur structure des glandes contenues dans la région du grand cul-de-sac. Ces dernières sont constituées par deux sortes de cellules, les cellules principales et les cellules de revêtement; les glandes pyloriques sont constituées par une seule espèce de cellules, analogues, mais non identiques, aux cellules principales.

Le suc pylorique, sécrété par ces glandes, a-t-il la même constitution, les mêmes propriétés physiologiques que le suc fundique? Contient-il à la fois de la pepsine et de l'acide chlorhydrique, lui conférant une fonction peptonisante?

On sait qu'Heidenhain avait obtenu du suc pylorique pur en isolant dans la région pylorique un anneau gastrique, le transformant par des sutures en une poche et abouchant cette dernière à la paroi abdominale, après avoir rétabli par des sutures convenables la continuité de l'appareil digestif rompue par cette préparation. Le suc sécrété par cette poche pylorique de Heidenhain était alcalin, riche en mucus, contenant un peu de pepsine, capable par conséquent de peptoniser les substances protéiques après acidulation.

Mais on pouvait se demander si le suc pylorique recueilli par Heidenhain était du suc normal. Les sections pratiquées sur l'estomac dans la préparation de la poche pylorique portaient sur les filets nerveux contenus dans les parois gastriques, et l'on était autorisé à supposer que la muqueuse pylorique, privée d'une partie de son innervation normale, sécrétait anormalement.

M. A. J. Schemiakine, dans le but de résoudre définitivement la question de la composition et des propriétés du suc pylorique, a modifié le manuel opératoire de Heidenhain et réalisé une fistule dans laquelle tous les filets nerveux de la poche isolée sont respectés: l'opération se pratique, d'ailleurs, comme l'opération analogue pour le grand cul-de-sac: la muqueuse seule est séparée du reste de la muqueuse gastrique pour former la poche sécrétante; les tuniques musculaire et séreuse sont conservées intactes dans leur continuité.

Le suc pylorique obtenu dans ces conditions, chez le chien, est un liquide sirupeux, incolore, contenant des flocons muqueux; sa réaction est toujours faiblement alcaline; il contient de la pepsine, car, après acidulation à 1 %, il peut peptoniser les substances protéiques.

Sa sécrétion est continue; elle est, d'ailleurs, indépendante vis-à-vis des nerfs vagues, car elle n'est modifiée ni par leur section ni par leur excitation.

Si, au point de vue anatomique, le grand cul-de-sac et la région pylorique ne sont que les parties d'un même tout, l'estomac, au point de vue physiologique, ils doivent être nettement séparés, d'après M. A. J. Schemiakine, car les propriétés et le mode de sécrétion des sucs fundique et pylorique sont nettement distincts.

Ces recherches établissent que l'on peut parfaitement étudier les propriétés de la région fundique au moyen de la préparation de Heidenhain, puisque la sécrétion et les propriétés du suc ne sont pas altérées par cette préparation.

§ 6. — Sciences médicales

Le surmenage des musiciens. — Tous ceux qui ont fait beaucoup de musique savent ce qu'est le surmenage des musiciens, c'est-à-dire la fatigue ou la douleur que l'on ressent dans la main, à la suite d'un jeu prolongé. Cette fatigue est accompagnée d'un ma-

laise plus ou moins violent. Or, il est certain qu'il suffit souvent de prendre quelques précautions pour prévenir le mal, et empêcher ainsi la transformation d'une forme légère de cette affection en une forme plus grave, à savoir la véritable paralysie ou la crampe. On a raison d'admettre que ces manifestations de surmenage proviennent d'un excès de jeu. Très souvent, il en est bien ainsi; mais il y a toute une série de cas où il ne peut être question d'un excès d'exercices de musique, dans le sens usuel du mot. Nous désirons attirer ici l'attention sur les circonstances qui provoquent très rapidement le surmenage, à tel point que les limites des phénomènes de vie normaux dans le corps humain se trouvent dépassées. Nous pouvons dire d'emblée, cependant, qu'il est heureux, pour un grand nombre de personnes qui désirent devenir musiciennes, que les perturbations malades dans le jeu des instruments se produisent d'ordinaire dans la jeunesse, ce qui permet aux vocations réelles de s'affirmer.

Nous nous occuperons en première ligne des *pianistes*, qui forment le principal contingent des musiciens. Si, chez tous les virtuoses du violon qui ont commencé à jouer à un âge très jeune, on peut observer un allongement de l'index et du majeur de la main gauche, de 1 à 2 centimètres par différence sur les doigts correspondants de la main droite, nous remarquons chez les pianistes une forme rectangulaire des phalanges unguéales, qui prennent l'aspect de véritables marteaux, et une forme rectangulaire des ongles. Souvent aussi ces mêmes phalanges, aux pouces particulièrement, sont aplaties, courtes et larges, formant ce qu'on appelle le « sabot de cheval ». Nous pouvons également constater que, plus la personne était jeune lorsqu'elle a commencé à étudier la musique, plus prononcées aussi sont les transformations de la forme des doigts. Ce ne sont pas seulement les organes qui sont mis davantage à contribution pendant le jeu qui augmentent de volume, mais c'est aussi le bras entier, qui se développe plus fortement. Il n'y a point de musicien et surtout de pianiste qui n'ait échappé, de temps en temps, à des tiraillements des muscles, des nerfs et des articulations; il suffit de quelques jours de traitement convenable pour en faire disparaître les suites. On obtient ce résultat par le massage, par un bandage compresseur, formé de bandes molles, que l'on pourra aussi épeser. Le repos que procure ce bandage aidera lui-même à la guérison. Il s'agit donc d'un traumatisme, se présentant subitement, et que l'on traitera par les procédés usuels de la chirurgie.

Les violonistes aussi échappent rarement à la *lésion des nerfs*, qui cause des élançements aux bouts des doigts de la main gauche, à l'exception du pouce, et qui provient de longs exercices d'octaves et de glissandos. Ces irritations des nerfs sensitifs disparaissent d'ordinaire assez vite, dès que l'on supprime la cause de leur apparition, à savoir les trop longs exercices. On pourra également employer, pour ces exercices, un doigtier, pris à un gant quelconque, et que l'on mettra au doigt qui souffre le plus. On peut en dire autant du renflement qui se forme à l'éminence thénar du petit doigt à la suite d'exercices exagérés de ce petit doigt, le « quatrième doigt », comme l'appellent les violonistes, ou à la suite d'études destinées à le fortifier, et après des exercices de grande extension comme, par exemple, les dixièmes. Ce que nous avons en vue ici, tout particulièrement, ce sont les exercices nos 3 et 14 de la *Gymnastique du violon* de M. G. Léonard. Il s'agit réellement là d'une crampe clonique de ce groupe de muscles. Il se présente aussi à l'avant-bras droit une sorte de gauchissement ou renflement, à savoir une crampe tétanique d'une portion du deltoïde, causée par des répétitions continuelles de coups d'archet détachés, exercices d'archet désignés par M. L. S. Meerts, dans son *Mécanisme du violon*, sous le nom de « coups d'archet grands détachés », ou quatrième coup d'archet fondamental. Avant que la crampe se produise, on éprouve une sensation de grande fatigue, et cela d'au-

tant plus tôt que l'on tient sa main droite à la même hauteur que le violon, position nécessitée par les notes basses de l'exercice. Lorsqu'on cesse de se livrer à ces exercices dès qu'une contraction spasmodique des muscles se produit, cette sensation de fatigue, causant un renflement, disparaîtra en quelques minutes. Plus on s'exercera, plus facilement aussi les contractions se reproduiront, et les sensations anormales seront ressenties d'autant plus longtemps. Il en sera autrement, s'il s'agit de souffrances provenant de ce que le musicien accomplit, d'une manière durable, une tâche dépassant la force de résistance dont il est capable. Ces désagréments apparaissent furtivement et deviendront lentement, mais régulièrement, plus intenses. Il y aura pour un certain temps des améliorations, puis des rechutes, jusqu'au moment où, pour une cause minime quelconque, la mesure sera dépassée, et l'artiste se verra obligé tout à coup d'abandonner complètement son jeu d'instrument.

Dans ces cas chroniques, les excitations nerveuses ne restent pas localisées aux membres qui travaillent directement, mais elles envahissent des surfaces toujours plus étendues, bien qu'il n'y ait pas toujours *continuité* dans cette propagation. Cette continuité dépendra, en effet, de la puissance de résistance plus ou moins considérable que peuvent offrir les organes voisins. C'est ainsi qu'il peut se présenter des paralysies et des douleurs aux mains et aux épaules, sans qu'elles se fassent sentir aux coudes. Des douleurs rayonnantes de ce genre peuvent atteindre l'omoplate et le dos. Dès que ce mal a pris un caractère durable, il exerce une influence sur l'état général de la santé. Il se produit une irritation générale, et, d'ordinaire, des manifestations extérieures, qu'on peut très facilement remarquer, viendront bientôt l'accompagner. Les couleurs de la figure pâlisent ou tournent au gris-cendré, et l'on s'aperçoit souvent, à la diminution du poids du corps, que la nutrition générale n'est plus normale. Les membres qui auront été mis le plus à contribution prendront une part principale à cet amaigrissement. L'on voit alors se produire les troubles qui constituent l'ensemble des symptômes de la faiblesse générale des nerfs, accompagnée de la maladie spéciale des nerfs qui régularisent la nutrition, l'assimilation, la désassimilation et la croissance des organes en cause. Nous pouvons admettre, en général, que la cause du mal provient des exigences beaucoup trop *exagérées* auxquelles les élèves ont dû se soumettre. On voit de jeunes personnes auxquelles on fait faire des exercices de piano très pénibles et de longue durée, tandis que leurs corps sont loin d'être suffisamment développés pour ce travail. Nous voyons des personnes de petite taille, et dont le corps est encore peu développé, faire des exercices de piano (par exemple les études pour le mouvement perpétuel) dont l'intensité dépasse leur force. Le système nerveux de ces personnes n'est pas en état, non plus, de supporter la grande irritation des sens, qui se produit aussi bien par les ondes sonores qui frappent leurs oreilles que par la multitude des chocs sur les touches dures, sans parler de l'influence psychique que produit la musique elle-même.

Dans l'intérêt de ces pianistes, nous aurons à combattre chez eux les causes du mal, qu'elles soient locales ou générales. Pour lutter contre les causes locales, on pourra considérer la méthode du jeu et transformer tout spécialement la position, la manière de s'asseoir et le toucher du pianiste; quant aux autres causes, on les combattra *en changeant la nature des exercices et des morceaux de musique*. On ne peut méconnaître qu'il y ait actuellement grand progrès dans la lutte contre les premières causes de ces affections, et l'on rencontre de plus en plus rarement, chez les jeunes pianistes, les maux qui proviennent de méthodes de jeux défectueuses. Par contre, on voit augmenter de plus en plus les inconvénients provoqués par l'étude de compositions musicales exigeant des jeunes artistes une puissance de travail poussée à l'excès, et qui dépas-

sent ce que peut exécuter un homme, pourvu de membres ordinaires et de facultés musicales de puissance moyenne. C'est à de meilleurs professeurs de musique, dont le nombre s'accroît toujours, que nous devons la vulgarisation d'un enseignement plus méthodique, tandis que les exercices sans fin, et par conséquent la perte de forces corporelles et intellectuelles qu'il n'est pas toujours possible de réparer plus tard, ont pour origine la vanité malade et le désir de vaincre les difficultés techniques les plus ardues. L'art de la musique, ainsi compris, risque d'être placé sur le même rang que le sport de l'automobilisme et des courses à obstacles, dont les victimes deviennent naturellement de plus en plus nombreuses. Il y a certaines compositions musicales pour piano, dont nous ne citerons, comme exemple, que la « Fantaisie » en ut majeur (der Wanderer) de Schubert-Liszt, la Fantaisie sur Don Juan de Liszt, et l'étude en ut majeur de Rubinstein, qui exigent des efforts que de véritables athlètes peuvent seuls accomplir, si l'on veut que l'effet voulu soit réellement rendu. Nous nous permettrons de constater que la *dextérité qu'on exige aujourd'hui de la part des pianistes dépasse la puissance physiologique du travail à la main.*

Il est vrai qu'on cherche actuellement à introduire une transformation que l'on n'a pas envisagée comme possible jusqu'à ces dernières années. On a émis des doutes au sujet de l'infaillibilité de la construction moderne des pianos, et, de divers côtés, l'on a essayé de faire du piano un instrument plus commode et plus maniable pour les personnes dont les mains sont d'une taille qui ne dépasse pas la normale. Il est vrai que la solution de ce problème présente certaines difficultés, car la construction de pianos d'un genre nouveau, dont on devra faire l'expérience, exigera de grosses dépenses de la part des fabricants, qui ne seront pas toujours certains de rentrer dans leurs frais.

Nous avons cherché à procurer également au piano les avantages qu'offre le violon, que l'on peut se procurer de grandeurs différentes, et qui s'adapte à tout âge et à toutes les dimensions de la main. Nous avons fait construire, il y a quelques années, des pianos dont les touches étaient plus étroites, et nous les avons appelés *pianos pour la jeunesse*. Ils exigeaient, pour le jeu, de moindres écarts des doigts. Il a été exposé des pianos de ce genre, au cours de ces dernières années, dans différentes expositions, entre autres à l'Exposition d'Hygiène de Breslau, à l'Exposition industrielle de Dusseldorf, et ailleurs.

Un Hongrois, M. Paul de Janko, fut encore plus radical. Il créa, il y a une vingtaine d'années, un tout nouveau clavier du piano, et chercha ainsi à simplifier le jeu au moyen d'une construction toute spéciale de l'instrument. Il était persuadé que, pour le jeu, les doigts doivent être situés, *non pas sur un seul plan, mais sur trois*, et que, de cette façon, les mouvements de la main entière, pour les tirades et les accords, peuvent se suivre les uns les autres plus facilement dans une direction verticale que dans une direction horizontale. Il organisa six claviers en escalier les uns au-dessus des autres. Deux de ces claviers forment toujours un seul groupe, si bien que chaque touche peut être frappée à deux endroits que le pianiste peut utiliser au choix et selon sa commodité. Les passages chromatiques et les doubles touches peuvent être exécutés en un temps extrêmement court. Les pianos à clavier *Janko* n'ont obtenu, jusqu'à présent, qu'un succès relatif, et cela provient surtout de ce que les professeurs de musique sont obligés, avec ce nouvel instrument, de faire l'étude d'un autre jeu. On n'a pas, non plus, réussi entièrement à construire, pour ce système, une mécanique qui fonctionne suffisamment bien. Ce n'est guère qu'au centre du clavier que les leviers de frappe se trouvent exactement vis-à-vis des cordes. Une certaine inégalité du jeu est causée par les trois petits claviers fixés l'un derrière l'autre au moyen d'un levier. Le levier *Menzel*, adapté tout récemment

pour remédier à cet inconvénient, n'a cependant pas complètement réussi à rendre le jeu des claviers postérieurs aussi égal que celui des premiers. Le « Piano système Virgile », pour étude du mécanisme, a une certaine valeur pratique. L'on s'en sert pour les exercices de doigté et de dextérité. Au lieu de sons musicaux, on entend, lorsqu'on frappe les touches et qu'on les quitte, un bruit qui a de l'analogie avec celui des appareils télégraphiques. La résistance des touches peut être graduée. Pour utiliser cet instrument, il faut donc séparer l'enseignement musical du travail des deux mains, et l'on pourra obtenir un jeu pondéré, sans être irrité désagréablement par les sons répétés du piano. De cette façon, le musicien conserve une force intellectuelle plus vive et plus fraîche, qu'il peut mettre à profit d'une manière plus intense à un moment donné.

Le Dr Moser a apporté, dans ces derniers temps, un certain perfectionnement aux pianos usuels. Il utilise, plus qu'on ne le fait généralement, la puissance de vibration de la table d'harmonie pour la formation des sons. Il donne une épaisseur quatre à cinq fois plus forte que d'ordinaire à la table d'harmonie, puis, en supprimant les barres de table, il rend cette dernière plus homogène. Le volume considérable et la forte élasticité de la table font résonner chaque son plus longtemps, si bien qu'on pourrait obtenir un jeu très lié (*legato*), à la suite d'exercices beaucoup moins longs et sans l'emploi de la pédale.

Il y a des moyens, en nombre suffisant, à la disposition des maîtres et directeurs de musique pour lutter contre la fréquence des manifestations de surmenage. Nous en indiquerons les principaux : On réduira les exercices, qui n'ont d'autre but que de faire briller l'artiste dans les salles de concert. Le compositeur devrait songer, plus qu'il ne l'a fait jusqu'à présent, aux capacités de l'artiste normal, et diminuer le nombre des compositions casse-cou, et d'une longueur démesurée. On cherchera aussi à s'adapter, autant que possible, aux facultés du musicien ou de l'élève, à son âge, à son développement corporel, à la configuration anatomique de ses mains, à la longueur et à l'épaisseur des doigts, etc.

Dr Zabłudowski.

Directeur de l'Institut de Massage
de l'Université de Berlin.

Transmissibilité de la dysenterie amibienne en France. — Les cas jusqu'ici observés en France de dysenterie amibienne sont des cas d'importation, venus des colonies. Les foyers qui sévissent en France, à Toulon et à Marseille par exemple, sont considérés comme stériles et n'ayant aucune propriété extensive. M. Dopter¹ vient de montrer que cette manière de voir est trop absolue ; il a pu, en effet, observer plusieurs cas de cette dysenterie nés en France, par contagion, chez des soldats d'un régiment colonial de Paris, n'ayant jamais séjourné aux colonies, et qui ont contracté leur maladie au contact des dysentériques venant des pays chauds. Des faits que l'auteur présente, deux sont particulièrement nets et offrent toutes les garanties bactériologiques : présence d'amibes dans des selles, inoculation positive au chat, recherche du bacille négative et absence d'agglutination. Les mêmes constatations ont été faites sur les malades ayant de la dissémination des amibes. Ces faits, entourés de toutes les preuves étiologiques, sont à rapprocher d'une véritable épidémie de famille, provoquée par Jürgens sur des chats placés dans une même cage. Ces considérations sont de nature à faire envisager le diagnostic étiologique de tout cas de dysenterie comme de la plus haute importance, car le pronostic est tout à fait différent pour les deux sortes de dysenterie, et, de plus, la dysenterie bacillaire seule est justiciable de la sérothérapie antidyssentérique.

¹ Société médicale des Hôpitaux, séance du 28 octobre 1904.

§ 7. — Sciences diverses

La question du sucre et la Convention de Bruxelles.

— La question du sucre intéresse tout à la fois l'industrie, l'agriculture, le commerce, la navigation et le Trésor public. C'est dire la complexité des intérêts en jeu¹. Née à la faveur du blocus continental, l'industrie du sucre de betterave commença à se développer grâce à la loi de 1814, qui élevait à 20 francs la taxe sur le sucre colonial, alors que le sucre indigène, jugé quantité négligeable, n'était l'objet d'aucune mesure fiscale. En 1838, on comptait déjà 575 fabriques, avec une production annuelle de 40 millions de kilogs. Ce régime de faveur prit fin en 1837; le sucre de betterave fut frappé d'un impôt qui s'éleva jusqu'à 45 francs — taxe du sucre colonial — en 1847. Par cette égalité de traitement, le législateur croyait avoir placé les deux industries dans des conditions équivalentes. On avait compté sans les progrès de la science. L'industrie indigène ne cessa point sa marche ascensionnelle, tandis que les colonies — usant de méthodes routinières et souffrant des difficultés de main-d'œuvre par suite de la suppression de l'esclavage — voyaient leur production baisser de 102 millions de kilogs, en 1845, à 40 millions, en 1850.

Malgré l'élévation de la taxe jusqu'à 73 fr. 50, en 1875, le sucre indigène tend à s'emparer exclusivement du marché intérieur. Une crise survint cependant, au moment de la diminution des débouchés extérieurs par le fait de la concurrence étrangère et notamment de celle de l'Allemagne et de l'Autriche. Tandis que notre production descend de 462 millions de kilogs, en 1875-76, à 393 millions, en 1881-82, celle de l'Allemagne, pendant la même période, s'élève de 256 à 849 millions de kilogs. Il fallait à tout prix améliorer les méthodes de fabrication et les procédés de culture. La loi de 1884 fut un stimulant. L'impôt ne portait plus sur le sucre raffiné, mais sur la matière première, la betterave, et plus la betterave produisait de sucre, plus le fabricant touchait de bonis de fabrication. Ce qui arriva, c'est que, par l'emploi d'engrais chimiques choisis avec soin selon la nature du sol et les exigences de la plante, par la sélection savante des meilleures graines, l'agriculteur ne cessa d'accroître la richesse en sucre de ses betteraves, pendant que, d'un autre côté, le fabricant renouvelait son outillage. La densité du jus sucré passa de 4 et 5° à 7 et 8°, et les diffuseurs vinrent remplacer la presse hydraulique.

Tandis que la production du sucre prenait un développement extraordinaire, s'élevant de 373.000 tonnes de sucre raffiné, en 1884-85, à 1.400.000 tonnes, en 1902-1903, notre consommation intérieure se maintenait autour de 450.000 tonnes, et ceci ne peut guère s'expliquer que par le fait d'un impôt égal à deux fois la valeur du sucre. Car il n'y a pas d'autre raison sérieuse à ce que la consommation du sucre en Angleterre dépasse 41 kilogs par habitant, alors que, en France, elle est de 12 kilogs seulement. Nous devons donc recourir à l'exportation et chercher des débouchés à l'étranger, et, comme l'Allemagne et l'Autriche accordaient des primes directes aux exportations de leurs fabricants, nous avons imité leur exemple par la loi du 7 avril 1897. La prospérité nouvelle qui s'ensuivit montra bientôt combien ce dernier remède était factice; la production s'accrut, mais elle ne tarda pas à être arrêtée par l'encombrement des marchés et même par la fermeture complète de quelques-uns, comme celui des Etats-Unis. La crise était internationale; il fallait que le nouveau remède le fût également.

Notre pays, d'accord avec l'Allemagne et l'Autriche, prit alors l'initiative d'une Conférence qui s'est ouverte à Bruxelles et qui a abouti à la convention signée le 5 mars 1902 par la France, l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la Belgique, l'Espagne, la Grande-Bretagne,

l'Italie, les Pays-Bas, la Suède et la Norvège. C'est une véritable convention douanière entre les puissances signataires qui s'engagent : 1° à supprimer, partout où ils ont été établis, les avantages directs ou indirects accordés à la production ou à l'exportation des sucres; 2° à frapper d'un droit compensateur ou de prohibition absolue les sucres provenant de pays qui accorderaient des primes; 3° à limiter au chiffre maximum de 6 francs par 100 kilogs pour le sucre raffiné et de 5 fr. 50 pour les autres sucres la surtaxe, c'est-à-dire l'écart entre le taux des droits dont sont passibles les sucres étrangers et celui des droits auxquels sont soumis les sucres nationaux.

Les Chambres françaises ont ratifié la convention et ont, pour s'y conformer, voté la loi du 28 janvier 1903, abrogeant la loi de 1884 et fixant le nouveau régime des sucres. Les deux premiers articles de cette loi sont ainsi conçus :

Art. 1. — A partir du 1^{er} septembre 1903, les droits sur les sucres de toute origine livrés à la consommation sont ramenés aux taux ci-après, décimes compris : sucres bruts et raffinés, 25 francs par 100 kilogs de sucre raffiné; sucres candis, 26 fr. 75 par 100 kilogs de poids effectif. A partir de la même date, le droit de fabrication de 1 franc par 100 kilogs, institué par l'art. 4 de la loi du 7 avril 1897, est supprimé. Le droit de raffinage établi par ledit article est ramené de 4 à 2 francs.

Art. 2. — Les surtaxes de douane sur les sucres étrangers de toute origine sont, à partir de la même date, modifiées ainsi qu'il suit : sucres raffinés et sucres bruts d'un titrage de 98 % au moins, 6 francs par 100 kilogs de poids effectif; autres sucres, 5 fr. 50 par 100 kilogs de poids effectif.

Comme on le voit, l'idée essentielle de la loi, c'est que le Trésor public, débarrassé de la charge des primes, consent à abaisser de 64 à 27 francs les droits sur les sucres.

Quelles seront pour la France les conséquences de ce nouveau régime? Du côté de l'exportation, nous ne saurions avoir de grandes espérances. Si nous sommes les plus rapprochés de l'Angleterre, le grand marché du sucre et l'un des rares pays qui n'en produisent pas, nos prix de revient sont plus élevés qu'en Allemagne. Dans ce dernier pays, l'industrie sucrière s'est localisée dans des régions de grande propriété; les rendements en betterave sont plus élevés par le fait que le laboratoire de l'usine dirige à la fois la culture et la fabrication. D'autre part, la concurrence des colonies anglaises s'annonce redoutable, et il faut s'attendre à voir le sucre de canne regagner, en partie tout au moins, le terrain perdu.

Reste la consommation intérieure. L'industrie sucrière française, protégée contre les sucres étrangers par la surtaxe de 6 francs, est assurée de la fourniture du marché national, et il est certain qu'avec la baisse actuelle du prix (à quelques oscillations près) la consommation augmentera dans une large mesure. Cependant, cet accroissement ne saurait se produire tout d'un coup, et il faut compter avec quelques années difficiles, aussi bien pour le fabricant que pour le cultivateur. Plus difficiles peut-être pour le cultivateur, devrions-nous dire! La suppression des bonis de fabrication pourra amener une diminution du prix d'achat de la betterave, et, comme la culture de cette plante est des plus coûteuses par ses exigences en terrain, en main-d'œuvre et en engrais, l'agriculteur n'y retrouverait plus son compte. La solution de ce difficile problème doit être cherchée soit dans l'extension des usages du sucre, comme, par exemple, dans l'emploi des fourrages mélassiques, si vivement recommandés par M. L. Grandeau, soit encore dans la découverte de méthodes nouvelles d'extraction. Le dernier mot appartient une fois de plus à la science.

P. Clerget,

Professeur à l'École de Commerce du Lozère.

¹ Revue économique internationale, 15-20 juin 1904.

LES ENSEIGNEMENTS SCIENTIFIQUES DU POLISSAGE

Le polissage est l'un des arts les plus anciens de l'humanité. Il a donné son nom à l'une des périodes de cette préhistoire que les produits successifs des industries primitives, à défaut d'autres monuments, servent à diviser. Quel but poursuivait l'homme en effaçant péniblement les traces de la taille sur ses haches de silex? On peut douter qu'il les rendit ainsi plus efficaces. Sans doute voulait-il surtout les rendre plus belles, plus brillantes, en faire des objets d'art, de luxe ou de culte, propres à lui concilier l'envie de ses rivaux, l'admiration des femmes et la bienveillance des dieux. Depuis Homère jusqu'au chroniqueur de la dernière revue du 14 juillet, poètes et prosateurs, grands et petits, ont célébré l'éclat des sabres et des cuirasses. Celui des bijoux n'a pas moins ébloui les yeux. Ce sont les *fourbisseurs* d'armes, comme on les appelait au Moyen-Age, les orfèvres et les lapidaires, qui nous ont transmis les vieilles recettes, adaptées progressivement à la machinerie moderne, mais restées un peu mystérieuses, comme celles de tous les arts que l'enseignement n'a pas touchés.

Sur ce chapitre, la littérature technologique semble bien pauvre. A peine contient-elle quelques vagues documents, dus pour une part à des compilateurs qui écrivent clairement sur ce qu'ils connaissent mal, pour l'autre à des praticiens qui expliquent obscurément ce qu'ils exécutent bien.

Quant à l'étude scientifique du polissage, elle n'a guère tenté la plupart des hommes de science que leurs études avaient dirigés de ce côté. Il est cependant d'illustres exceptions. Comme tout progrès dans la technique d'un métier ouvre un champ nouveau aux sciences tributaires, des astronomes comme Herschel et Foucault n'ont pas dédaigné, pour assurer la perfection de leurs miroirs, de s'occuper du polissage des verres d'optique.

Plus récemment, lord Rayleigh¹ a consacré un article à la même question, et regarde le polissage comme une dépendance de la Physique moléculaire. D'autre part, la Métallographie, en réclamant des surfaces métalliques assez bien polies pour supporter les plus forts grossissements du microscope, a ramené l'attention de ses adeptes sur les procédés des polisseurs. Sorby dit expressément qu'il a tenu à préparer de sa main, du moins au début de ses recherches, les plaquettes dont il voulait déchiffrer la structure. Et c'est indubitablement à son habileté manuelle et à la conscience de sa technique, que le savant anglais a dû ces résul-

tats, immédiatement définitifs, qu'il est si rare de rencontrer à l'origine d'une science. Les métallographes qui considèrent comme besogne de manœuvres le polissage de leurs éprouvettes ne soupçonnent pas combien d'occasions fructueuses ils négligent ainsi.

Personnellement, au cours d'une pratique de plusieurs années, nous avons pu recueillir au passage bon nombre d'observations et nous convaincre que l'art du polissage pose beaucoup de problèmes difficiles appartenant aux domaines de la Chimie, de la Cristallographie, de la Mécanique, de la Physique moléculaire, et aux confins de ces domaines. A la vérité, nous n'avons pas abordé méthodiquement ces problèmes, soit pour ne pas nous détourner de notre objet immédiat, soit parce que nous ne nous trouvions pas suffisamment autorisés. Mais nous pensons que nos remarques pourront être pour les spécialistes le point de départ de recherches intéressantes, et, en présence de travaux récents dus à M. G. T. Beilby², nous avons jugé opportun de réunir nos observations éparses et de les publier.

Précisément parce qu'il ne rentre pas dans notre programme de creuser aucune question bien délimitée, le moyen le plus commode de donner quelque corps à ces observations sera de les rattacher aux opérations successives du polissage.

I. — DÉGROSSISSAGE.

Suivant la nature du corps, une section est pratiquée à la scie, à la lime, à la meule³ ou à l'aide de tout autre outil approprié. On la passe ensuite, d'habitude, sur des papiers d'émeri de plus en plus

¹ Surface Flow in crystalline Solids under mechanical Disturbance and the Effects of Heat and of Solvents on thin Films of Metal. *Proc. of the Roy. Soc.*, LXXII, 218-234. 31 août 1903. Voir aussi : *Rev. de Metall.*, I, extraits, 33, janvier 1904.

The Surface Structure of Solids. *Journ. of the Soc. of Chem. Indust.*, 15 novembre 1903.

The hard and soft States in Metals. *A paper read before the Faraday Society on June 9, 1904.*

² Le meulage est accompagné non seulement d'un dégagement considérable de chaleur, mais aussi de phénomènes lumineux visibles dans l'obscurité et qui ont été remarqués par M. Cartaud.

Dans le cas du fer meulé sur carborundum, on obtient des étincelles analogues à celles du briquet.

Certains minéraux donnent des lueurs plus ou moins vives. Le quartz, notamment, s'illumine dans toute sa masse. Cette lueur, qui rappelle celle de deux morceaux de sucre frottés l'un contre l'autre, donne au spectroscope un spectre paraissant continu.

Le quartz fondu et le quartz cristallisé se comportent de la même manière.

³ *Proc. Roy. Inst.*, XVI, 563, 1901.

fins, et on termine, si les papiers du commerce ne sont pas suffisants, avec des papiers qu'on aura fabriqués soi-même, au moyen de poudres soigneusement lavées et classées. On a soin de s'assurer, en croisant les raies, que chaque papier a bien enlevé celles qu'avait faites le précédent.

Chaque dent d'une lime, chaque grain d'un papier d'émeri, fait une strie sur la surface à polir. L'action globale est la somme d'un grand nombre de stries élémentaires, et, comme toutes ces stries sont pratiquement équivalentes, il suffit d'en étudier une. On est ainsi ramené à la branche de la Minéralogie qui s'occupe de la rayure d'un corps par une pointe d'un autre corps et qui s'appelle la sclérométrie ou mesure de la dureté. Le mot *dureté* est pris ici dans un sens étroit et conventionnel, car cette propriété est, en fait, la résistance à la déformation permanente, quel que soit le mode d'application de l'effort¹.

Toute rayure produit l'abrasion d'une certaine quantité de matière. C'est là le résultat cherché : mais ce n'est pas le seul effet obtenu. Sous la pression de la pointe rayante, la matière est modifiée jusqu'à une certaine profondeur, et cette modification est le côté le plus obscur et aussi le plus intéressant de la question.

§ 1. — Pénétration.

Quand on appuie normalement une aiguille A contre la face horizontale BC d'un corps BCB'C', de dureté égale ou inférieure, on tend à faire pénétrer l'aiguille A dans le corps BC (fig. 1). Ce mode de déformation a été étudié théoriquement par Hertz², et expérimentalement par M. Auerbach³; il a fourni à M. Brinell⁴ une méthode pratique d'essai, l'aiguille étant remplacée par une bille en acier trempé.

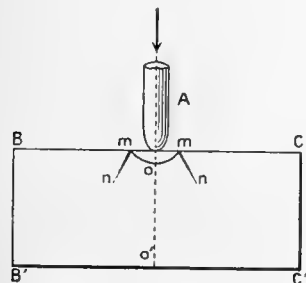


Fig. 1. — Déformation d'un solide BCB'C' par une aiguille normale A. — *mm*, fissure circulaire; *mn*, solide de révolution.

Supposons d'abord, pour nous placer dans les conditions les plus simples, que le corps BCB'C' soit amorphe et fragile. Ce sera, par exemple, du

verre, dont la limite d'élasticité coïncide avec la charge de rupture. On sait que, sous une pression suffisante, il se produit d'abord, dans le plan BC, une fissure circulaire *mm*, concentrique au poinçon; sous charges croissantes, cette fissure s'étend dans la masse, en y découpant un solide de révolution *mn*, que le Professeur Auerbach décrit comme un cône. Quelques expériences faites par nous, avec le gracieux concours de M. Frémont, donneraient plutôt un parabolioïde.

Cette forme de rupture peut recevoir une explication que nous avons eu déjà l'occasion de propo-

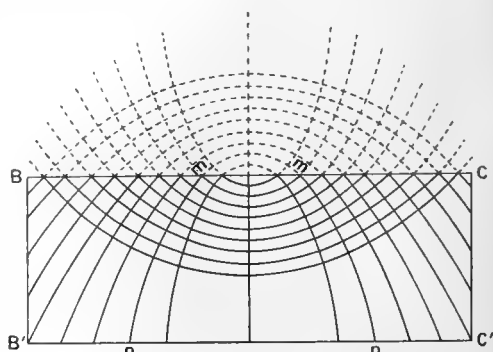


Fig. 2. — Systèmes conjugués de parabolioïdes produits par la déformation dans le solide de la figure 1.

ser⁴, explication un peu hypothétique, mais qui présente au moins l'avantage de relier les faits d'observation. Si, comme il est très vraisemblable, la transmission des efforts est ondulatoire, les lieux d'interférence des ondes seront des lieux de déformation maximum et, éventuellement, de rupture. Dans le cas considéré, le poinçon émet des ondes sphériques et la face B'C' du solide BCB'C' des ondes planes qui se réfléchissent contre BC. Les lieux d'interférence forment deux systèmes conjugués de parabolioïdes dont la figure 2 montre une coupe par l'axe commun, la région au-dessous de BC étant seule réelle. Le parabolioïde obtenu expérimentalement serait un des parabolioïdes possibles, tels que *mn*. La forme conique d'Auerbach s'explique, d'ailleurs, dans la même hypothèse, si l'on attribue aux ondes qui interfèrent des vitesses différentes. Quoi qu'il en soit, si l'on fait dans le solide fêlé une coupe *mn* par un plan parallèle à BC, la fêlure circulaire, si elle n'est pas immédiatement visible sur la surface polie, apparaît facilement en suite d'une attaque par l'acide fluorhydrique.

Le parabolioïde du système *mn* est celui qui se montre le premier; mais, si l'on appuie assez fort, on peut aussi détacher une esquille telle que *mom* qui représenterait un parabolioïde du système conjugué (fig. 1).

¹ Voir : *La dureté, sa définition et sa mesure* : Rapport présenté par M. Osmond, le 3 décembre 1892, à la Section A de la Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction.

² *Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses*, année 1882, p. 449.

³ *Ann. der Physik und Chemie*, neue Folge, XLIII, 60, Heft 5, 1891, et XLV, 262, Heft 2, 1892.

⁴ *Congr. intern. des Méthodes d'essai en 1900*, II, 83-94.

⁵ *Baumaterialienkunde*, VI, Heft 18, Congrès de Budapest.

Ces surfaces de rupture ne sont pas les seules possibles. L'aiguille A, appuyée contre le plan BC (fig. 1), exerce une traction le long de tous les azimuths et il peut en résulter des vibrations parallèles à ces azimuths. Ces vibrations, en interférant avec les ondes sphériques concentriques à la pointe du poinçon, engendrent une infinité de systèmes conjugués de paraboloides à axe horizontal. En fait,

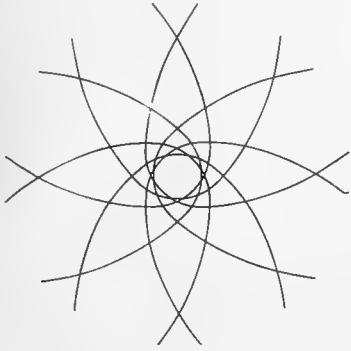


Fig. 3. — Figure fournie par l'emboutissage des métaux déformables (systèmes conjugués de paraboloides à axe horizontal).

le nombre des systèmes enregistrés est limité, et, si chacun d'eux est représenté par le paraboloides de même rang, on obtient dans le plan BC la figure 3; c'est celle que donnent par emboutissage les métaux déformables. Il est vrai que M. Hartmann¹ décrit comme des spirales logarithmiques les courbes que nous considérons comme des paraboles. Et, si différentes que semblent ces attributions, les faits s'accordent également bien avec les deux hypothèses, parce que les courbes ne s'inscrivent pas autour du

poinçon, dans la région où leurs formes seraient réellement caractéristiques.

Parmi les paraboloides de la figure 2, dont l'axe est celui du poinçon, la rupture par pénétration n'en montre un seul que si le verre est dépourvu de tensions internes et l'opération conduite dans des conditions de

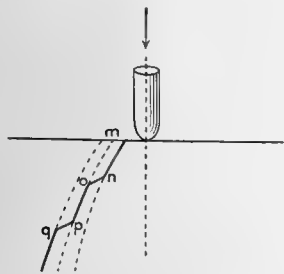


Fig. 4. — Ligne de rupture appartenant à plusieurs paraboloides du même système, engendrée dans un solide par l'action d'une pointe.

symétrie parfaite. En général, on aura plutôt un solide de rupture engendré par la ligne brisée *mnopq* de la figure 4 et appartenant à plusieurs paraboloides du même système.

Ces considérations peuvent jeter quelque jour

sur les cassures dites conchoïdales. On obtient une telle cassure en remplaçant l'aiguille de la figure 1 par le tranchant d'une hachette analogue à celles qui servent à casser le sucre. La surface de

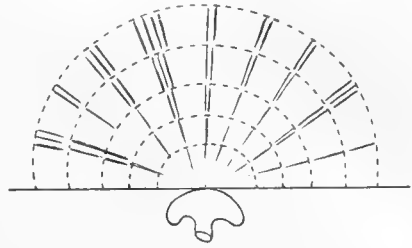


Fig. 5. — Lignes de rupture obtenues par l'action d'une hachette.

rupture, plane dans son ensemble, montre deux systèmes de lignes orthogonales (fig. 5), dont les profils ont été étudiés par le Professeur Martens¹. Les unes, demi-elliptiques ou demi-circulaires, ont pour centre le point d'impact; en coupe, elles se présentent comme une série d'ondulations de plus en plus douces à mesure que l'on s'éloigne du centre (fig. 6). Les autres, perpendiculaires aux précédentes, ont un profil anguleux à pans inéga-



Fig. 6. — Profil des lignes de rupture concentriques de la figure 5.

lement inclinés sur la cassure et se bifurquent fréquemment (fig. 7). On peut regarder les ondulations demi-elliptiques ou demi-circulaires comme appartenant aux termes successifs de deux systèmes conjugués de paraboloides à axe horizontal, avec raccords courbes. Quant aux lignes radiales à profil anguleux, on ne saurait les rattacher aux surfaces de rupture déjà décrites. Il semble que



Fig. 7. — Profil des lignes de rupture radiales de la figure 5.

ce soient des surfaces secondaires engendrées par la cassure principale suivant les conchoïdes.

§ 2. — Rayures.

1. *Corps amorphes fragiles.* — Quand, au lieu d'appuyer simplement l'aiguille A sur la surface BC (fig. 1), on la promène en même temps de façon à tracer une rayure, la rayure peut être regardée comme l'intégrale d'une série de pénétrations infiniment rapprochées et la déformation résultante

¹ Distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts, Berger-Levrault, Paris, 1896.

¹ Traduit par le Bull. Soc. d'Encouragement (1), VII, 306, août 1892.

comme l'enveloppe des déformations de pénétration. L'enveloppe des paraboloides tels que mn est un cylindre à section parabolique, et, parmi les cylindres possibles, on pourrait compter, à la limite, le plan oo' passant par la rayure et normal à la surface rayée.

C'est ce plan que l'on cherche à produire quand on coupe le verre par un diamant. Mais, surtout quand on n'est pas un vitrier habile, on produit ordinairement l'une au moins des amorces de l'un des cylindres paraboliques mn . C'est ce que montre (page 58) la figure 8 (250 diam.) : la bande sombre, nettement délimitée d'un côté et estompée de l'autre, est une *glace*, c'est-à-dire une fissure oblique mn qui réfléchit la lumière en dehors de l'objectif. De même sur la figure 9 (glace étamée, rayure coupante au diamant, 125 diam.); mais, ici, une lame d'air emprisonnée dans la fente donne lieu à des bandes colorées parallèles à la rayure et qui se traduisent sur la photographie par des bandes dégradées alternativement sombres et claires.

Mais toute application d'un effort tangentiel tend à déterminer un mouvement vibratoire. Dans le cas du verre, par exemple, la pointe, si elle pénètre, détache une esquille, se dégage, en détache une autre, et ainsi de suite (fig. 10, 35 diam.). La figure 11 est un détail de la précédente à 150 diamètres. Contre l'axe, à droite et à gauche, on remarque des esquilles conchoïdales, détachées par les poussées obliques et qui passent un peu plus loin aux formes-enveloppes : le système des conchoïdes à profil doux devient parallèle à la rayure, et les lignes à profil anguleux, courbes et obliques le long de l'axe, se transforment en fines cannelures perpendiculaires à cet axe. En même temps, il se produit une série périodique d'amorces de cassures transversales suivant les paraboloides de la figure 1. Mais ces paraboloides sont incomplets et ne s'ouvrent qu'à l'opposé du sens de la rayure. On les accentue en attaquant la surface par l'acide fluorhydrique. La figure 12 (135 diamètres) montre ainsi, après attaque, une rayure de verre par une aiguille à coudre. Cette rayure est formée de deux stries étroites, finement cannelées, qui correspondent aux lignes m, m de la figure 1 et que rejoignent, à intervalles qui seraient réguliers sur une rayure plus artistement faite, des demi-cercles plus épais, origines des paraboloides incomplets. Dans une glace dont le polissage, suffisant en apparence, est en réalité imparfait, l'attaque par l'acide fluorhydrique donne l'aspect de la figure 13 (35 diam.); chaque rayure imparfaitement enlevée est représentée par une série de chevrons équidistants, presque invisibles avant l'attaque.

Decharme avait obtenu des figures analogues en

transportant horizontalement, au-dessus d'une plaque de verre recouverte d'une couche mince de minium, un ajutage d'où s'écoulait un courant d'eau; la hauteur de l'ajutage au-dessus de la plaque doit, bien entendu, être suffisante pour que la veine liquide se divise en gouttes. Plus simplement encore, il suffit de frotter le doigt mouillé contre la plaque de façon à produire des vibrations que le minium enregistre d'une manière permanente; les phénomènes ne sont pas moins visibles sur une mince couche d'eau pure; mais ils ne persistent naturellement pas¹.

Quand la rayure du verre par le diamant se réduit aux arrachements de la figure 10, le verre n'est pas coupé, et, inversement, il pourrait être coupé sans rayure visible par le plan oo ou par le cylindre mn de la figure 1. En général, la rayure est à la fois périodique avec arrachements conchoïdaux à la surface, continue et coupante au-dessous.

D'après Venham², le caractère périodique de la rayure pourrait être révélé dans le verre par la lumière polarisée, même quand le passage de la pointe n'a produit qu'une déformation en apparence élastique. Mais, nous n'avons pu le constater, par le même procédé, qu'en présence d'une rayure visible et en soumettant la pièce de verre à une compression générale entre deux faces opposées.

L'apparition ou, tout au moins, l'amplitude du régime vibratoire dépend de l'inclinaison de l'aiguille. Si elle fait un angle suffisamment aigu avec la direction du mouvement, l'aiguille pénètre peu et se dégage facilement : la rayure tend à être continue, ou à paraître telle. Au fur et à mesure qu'on redresse l'aiguille, on facilite la pénétration, la pointe éprouve une résistance croissante, arrache une esquille et ainsi de suite. Le moment où l'aiguille commence à *brouter* se perçoit assez nettement.

Cette question de la rayure et de la coupe du verre n'est pas nouvelle dans la science. Dès la première moitié du dernier siècle, elle a occupé l'attention de grands physiciens comme Brewster, Atwood, Wollaston. Les petites contributions que nous venons de lui apporter ne sont pas elles-mêmes aussi neuves que nous l'avions d'abord pensé. Le brouillon de cette Note était déjà écrit quand nous avons eu connaissance d'un très intéressant Mémoire de M. W. Prinz, que son titre : « L'échelle réduite des expériences géologiques permet-elle leur application aux phénomènes de la Nature? » ne semblait pas désigner particulièrement à notre

¹ Imitation par les courants liquides ou gazeux des phénomènes d'électricité et de magnétisme. Amiens, 1883, p. 63-68.

² Quart. Journ. of Sc., année 1866, p. 121.

attention. Dans ce Mémoire¹, d'une large synthèse et dont on doit recommander la lecture à tous ceux que préoccupent les déformations mécaniques, nous avons retrouvé, faites depuis plusieurs années, la plupart de nos observations sur le verre : nous n'avions fait que confirmer des faits déjà connus.

2. *Corps amorphes plastiques.* — La figure 14 (page 58) montre la rayure, par une aiguille à coudre, d'une pellicule de gélatine encore humide déposée sur verre (115 diam.). Sur l'axe de la rayure, on voit une série de petites cannelures équidistantes, à peu près normales à l'axe.

Le caoutchouc, en raison de sa grande déformabilité élastique, présente des caractères un peu particuliers. Nous avons obtenu des pellicules sur verre par l'évaporation d'une solution commerciale servant à la réparation des pneumatiques de bicyclettes. Sur la figure 15 (250 diam.), en raison de l'obliquité de l'aiguille ou de l'épaisseur de la pellicule, celle-ci n'a pas été coupée; la matière s'est étirée périodiquement en flèches dont la pointe est orientée dans le sens de la rayure. Sur la figure 16 (20 diam.), la pellicule est coupée, toujours périodiquement : le caoutchouc s'amasse en bourrelets à la pointe des flèches, l'aiguille surmonte le bourrelet pour faire un nouvel anneau, et ainsi de suite. Les coupures peuvent être accompagnées d'un décollement, également périodique, de la pellicule.

3. *Corps cristallisés fragiles.* — Les déformations dont nous venons de nous occuper et que nous avons rencontrées dans les corps amorphes ne dépendent que des lois générales de la Mécanique et, pour cette raison, on peut les appeler *banales*. Elles tendent à se reproduire également dans les corps cristallisés, parce que les lois de la Mécanique sont indépendantes de la structure des corps; mais, comme les corps cristallisés ont une structure *spécifique*, ils peuvent aussi subir des déformations *spécifiques* correspondantes, c'est-à-dire fonction de leur structure. Dans chaque cas particulier, ce sont naturellement les déformations les plus faciles qui apparaissent.

Les déformations cristallines peuvent se ranger sous quatre chefs :

- 1° Clivages;
- 2° Macles, au sens ordinaire du mot;
- 3° Déformations parallèles à certains plans cristallographiques, considérées comme des translations simples tant par M. Mügge, qui les appelle *macles par translation*², que par MM. Ewing et

Rosenhain, qui les appellent *slip-bands*, c'est-à-dire *surfaces de glissement*⁴. D'autre part, M. Beilby pense, non sans bonnes raisons, croyons-nous, que le glissement est accompagné d'une destruction au moins partielle du réseau cristallographique et d'une véritable transformation allotropique en une variété amorphe;

4° M. Beilby admet encore deux formes de transition, qu'il désigne par les symboles M dans le passage de l'état cristallisé à l'état amorphe et M' dans le passage inverse.

Quelles qu'elles soient, les déformations cristallines tendent à prendre l'allure périodique, tout comme les déformations banales.

La figure 17 représente à 125 diamètres une rayure vibratoire, par l'aiguille à coudre, de l'antimoine coupé suivant une face cristallographique quelconque. La structure cristalline n'est pas intervenue : la rayure est banale. Mais, comme la fragilité de l'antimoine est moindre que celle du verre, il n'y a pas séparation d'esquilles conchoïdales. Il se forme des cavités successives par pénétration, avec refoulement de la matière à l'opposé de l'aiguille. Pour une position moins relevée de l'aiguille, on aurait une rayure, continue en première approximation, mais finement striée sur l'axe, comme celle de la gélatine. M. Mügge a aussi décrit dans l'antimoine des macles par déformation qui pourraient être représentées par les lignes obliques placées de part et d'autre de la rayure (fig. 18, 400 diam.).

Dans la calcite, les déformations sont surtout spécifiques. Elles ont été étudiées par M. Cesaro² et par M. Paul Jannettaz³, qui ont pu expliquer, par l'examen microscopique de ces déformations, les différences de dureté depuis longtemps signalées suivant les différentes directions sur une même face et suivant le sens de la rayure sur une même direction. Cette question est d'un grand intérêt pour les minéralogistes, et nous aurons probablement à la reprendre, avec plus de détails, dans une publication plus spécialisée. Dans cette *Revue*, nous nous contenterons de donner un seul exemple (fig. 19, 75 diam.). Il a été pris sur les préparations de M. Jannettaz. C'est une rayure faite par une aiguille à coudre sur une face de clivage *polie*, parallèlement à la petite diagonale du rhombe, en allant de l'angle *e* vers l'angle *a*. La rayure fait apparaître une série de figures triangulaires dont deux côtés sont parallèles aux clivages; le troisième.

¹ *Phil. Trans.*, CXIII, 333, 1899.

² *Bull. de la Soc. Française de Minér.*, XIII, 192, et *Annales Soc. géol. de Belgique*, XVII, Mémoires, année 1899.

³ Communication privée. M. Paul Jannettaz n'a pas poursuivi ses recherches et n'a pas publié les résultats obtenus. Il y a une dizaine d'années, avec le scléromètre de son invention.

¹ *Rev. de l'Univ. de Bruxelles*, année 1896-97, p. 721-760.

² *Neues Jahrb. für Miner.*, années 1886, 1^{re} partie, p. 183 et 1887, 2^e partie, p. 55.

parallèle à la grande diagonale, correspond, d'après M. Cesaro, aux affleurements de petites lamelles maclées par rapport à L^1 . Sur la rayure elle-même, on peut apercevoir de petites cannelures, semblables à celles de la gélatine et dont on ne saurait discerner la nature exacte, puisqu'une déformation spécifique est ici possible en position normale de déformation banale.

4. *Corps cristallisés plastiques.* — Comme l'avait déjà remarqué M. Martens¹, l'influence de l'inclinaison de l'aiguille rayante et de la charge supportée par elle est ici très marquée. Si l'aiguille fait un petit angle avec la direction de la rayure ou si elle est peu chargée, elle trace un sillon continu, du moins en apparence : il y a simplement pénétration. La matière qui occupait la place du sillon est refoulée à droite et à gauche et se recouvre de plissements obliques, dont la nature est vraisemblablement banale. Exemple : rayure du fer cristallisé par une aiguille à coudre sur une face cristallographique quelconque (fig. 20, 1.200 diam.).

Si l'aiguille est suffisamment relevée et chargée, elle ne se dégage qu'en enlevant des copeaux ; la rayure devient nettement périodique et on tombe dans le cas du rabotage, étudié, mais non certes épuisé par Tresca² et, plus récemment, par MM. Thime³, Haussner⁴, Codron⁵. Les copeaux, même continus à première vue, sont toujours formés d'éléments discontinus de plusieurs ordres, et la matière restante subit des divisions analogues au voisinage du sillon.

Nous pouvons retrouver les déformations périodiques banales étudiées à propos du verre, et montrées par les figures 12 et 13, en attaquant, par exemple, un bronze à 9 % d'étain après un polissage incomplet, qui n'a pas enlevé toute la matière intéressée par les stries de la lime ou des gros papiers d'émeri (fig. 21, 125 diam.). L'attaque a été faite par une dissolution alcoolique d'un mélange d'acide pierique et de quinone. Les chevrons régulièrement espacés sont localisés sur les parties axiales des cristallites, c'est-à-dire sur les régions de première consolidation, plus riches peut-être en cuivre et, en tout cas, écrouies plus profondément. Le photogramme ne présente pas toute la clarté désirable, en raison de la complication apportée par la struc-

ture propre de l'alliage et de la nécessité de montrer à la fois cette structure et les déformations produites par les rayures. Mais il n'est pas douteux que ces déformations sont identiques aux paraboloides du verre.

Quand on polit du cuivre contenant des grains d'oxydure, il arrive souvent que ces grains se détachent et tracent à la surface des lignes discontinues présentant le même caractère. C'est là une grosse difficulté dans le polissage du cuivre.

Continue ou périodique, la rayure produit un entraînement amorphe de la matière. Sur la figure 22 (125 diam.), une rayure au diamant pratiquée sur une face p d'un cristal de fer, et en partie arasée par un repolissage ultérieur, a imprimé une forte courbure à des lamelles de Neumann antérieurement rectilignes. Cette courbure semble devoir impliquer quelque chose comme une dislocation du réseau cristallin et nous paraît difficilement explicable par un processus de déformation purement cristallographique.

Nous passons maintenant aux déformations cristallines.

Les clivages faciles, comme ceux de la calcite, sont peu compatibles avec la plasticité. Il existe, cependant, une curieuse exception, celle du fer, que nous avons étudiée en détail, avec le concours de M. Frémont, dans la *Revue de Métallurgie* de janvier dernier.

La rayure peut engendrer des macles, par exemple dans le zinc (fig. 23, 125 diam.). Deux rayures de sens contraires ont été faites sur la surface, polie par coulée sur verre, d'un petit lingot de ce métal. Sur chaque strie se forment des chevrons dont la pointe est tournée à l'opposé du sens de l'effort, tout comme dans le verre. Cependant, il ne s'agit plus ici de déformations banales. Les lignes, convenablement éclairées en lumière oblique, se montrent formées par l'intersection de deux plans ; leur direction, constante sur un même grain, change quand on passe au grain voisin et varie aussi avec le sens de la rayure. On a donc bien affaire à des déformations cristallines et, nommément, à des macles, en raison du profil. Mais ces déformations se substituent le plus exactement possible aux déformations banales qu'elles remplacent. La même figure montre aussi des plissements doux, courbes, d'origine banale, analogues à ceux de la figure 20.

Les *slip-hands* sont également très fréquentes. La figure 24 (350 diam.) en est un exemple sur le cuivre fondu, la figure 25 (250 diam.) un autre exemple sur le nickel forgé. Les macles, qui sont ici facilement reconnaissables, préexistaient. Sur le plomb (fig. 26, 150 diam.), la rayure, pratiquée sur une lame mince, détermine, outre les *slip-*

¹ *Mitth. aus den k. techn. Versuchsanstalten*, VIII, 277, Heft 6, 1890.

² Mémoire sur le rabotage des métaux. *Bull. Soc. d'Encour.*, année 1873, p. 584 et 635, 1874, p. 503.

³ Mémoire sur le rabotage des métaux, Saint-Petersbourg, 1877 ; d'après Haussner.

⁴ *Hobeln und Härte. Oesterr. Zeitschrift für Berg-und Hüttenwesen*, XI, 379 et 397, 6 et 13 août 1892. — *Das Hobeln von Metallen. Mittheil. des k. k. technologischen Gewerbe-Museums in Wien*, neue Folge II, 117, 1892.

⁵ *Bull. Soc. d'Encour.*, CIV, 29 et 358, janvier et avril 1903.

bands, de gros plissements courbes rappelant ceux du caoutchouc de la figure 13.

Nous avons dit que la rayure paraissait pouvoir entraîner quelque modification du réseau cristallin. L'étude de ce phénomène est à peine ébauchée. La figure 27 (1.200 diam.) montre, après repolissage partiel, le fond d'une rayure sur face *p* d'un cristal de fer : la rayure est parallèle à un côté du carré, et l'on a fait apparaître les figures de corrosion par une attaque de deux minutes au chlorure double de cuivre et d'ammonium en solution à 12 %. Ces figures de corrosion, sur la rayure, sont nettement différentes des figures carrées du voisinage et rappellent les cannelures de la gélatine.

Le photogramme 28 (125 diam.) donne des indications analogues. On y voit le fond d'une grosse rayure laissée par un polissage imparfait. Cette rayure traverse un grain de fer d'orientation inconnue, parasite d'un cristal coupé suivant une face *p*. On a attaqué par l'acide picrique en solution alcoolique à 5 %. Le grain parasite se reconnaît à son polissage beaucoup moins avancé. Le fait curieux est que le fond de la rayure présente à peu près, sur le grain parasite, l'aspect d'une face *p*, et, sur la face *p*, l'aspect d'une face différente de *p*.

De même, sur un bronze à 9 % d'étain, attaqué par une solution acétonique d'acide picrique et de quinone¹, — solution qui colore les grains du jaune clair au brun foncé suivant leur orientation cristalline, — la trace d'une rayure arasée par un polissage incomplet change de couleur en changeant de grain. En même temps, cette trace se couvre de stries en chevrons comme nous en avons déjà trouvé sur le zinc, mais qui sont ici révélées par une attaque (fig. 29, 800 diam.) et, vraisemblablement, des *slip-bands*.

Les phénomènes de ce genre pourront et devront être mieux étudiés en lumière polarisée sur les corps transparents. Une lamelle de gypse, assez mince pour donner lieu aux apparences de la polarisation chromatique, laisse reconnaître la trace d'une pointe frottante par une coloration différente de la coloration générale. Nous avons vu, par exemple, telle de ces traces mauve sur champ bleu, rouge sur champ vert, ou inversement.

Comme conclusion de ce chapitre, nous voyons que le dégrossissage laisse après lui non seulement une surface encore marquée de stries visibles, mais, au-dessous de cette surface, une couche d'une certaine épaisseur où la matière est érouie, c'est-à-dire modifiée par des déformations banales ou cristallines ou mixtes. Cette couche, que nous

proposons d'appeler le *derme*, ne peut pas être nulle, puisque le papier d'émeri le plus fin érouit. Mais son épaisseur est proportionnelle à la grosseur de l'émeri. Le rôle des papiers successifs, de plus en plus fins, est à la fois de substituer à des sillons d'abord relativement profonds des sillons de plus en plus légers, et de réduire le derme au minimum correspondant au dernier papier.

II. — FINISSAGE.

Le finissage a pour objet de rendre le poli spéculaire. Il se fait par le frottement d'une poudre impalpable, sèche ou humide, retenue par un substratum convenable sur un plateau tournant animé d'une vitesse plus ou moins grande. L'industrie se sert, suivant les cas, de poudres très variées, rouge, tripoli, carbonate de chaux, etc... Mais, dans les laboratoires de métallographie, l'alumine et l'oxyde de chrome, lévités par le procédé de Schloësing suivant les indications de M. Le Chatelier, tendent à devenir d'un usage à peu près exclusif. On les étale d'habitude sur un drap bien dégraissé et on humecte à la consistance voulue avec de l'eau projetée par un pulvérisateur.

On peut obtenir ainsi, du moins sur les métaux qui ne sont pas trop mous, un poli spéculaire parfait.

Si l'on cherche à se rendre compte de ce résultat, la première idée qui se présente à l'esprit est de penser que le finissage est simplement la continuation du dégrossissage et n'en diffère que par la ténuité et la mobilité des poudres employées après l'émeri. On substituerait à des raies visibles des raies invisibles, et le derme créé par le dégrossissage serait enlevé sans être remplacé par un autre plus mince.

Cette opinion contient probablement une part de vérité, mais il est permis de douter qu'elle soit suffisante et complète.

La perfection du polissage n'est, en effet, qu'apparente.

Le derme est masqué, mais il subsiste, et l'on peut le mettre en évidence par des révélateurs de deux sortes, chimiques et mécaniques.

1° *Révélateurs chimiques.* — Quand on attaque une surface métallique polie par un réactif quelconque, il est rare que, pendant une certaine période au moins, quand l'attaque n'est ni trop faible, ni trop poussée, on n'aperçoive pas les traces de raies de dégrossissage qui étaient auparavant invisibles ou beaucoup moins visibles.

La figure 28, dont nous avons déjà parlé et qui donne, après attaque, l'impression d'un polissage tout à fait grossier, présentait, avant cette opération, un poli déjà très passable.

¹ Il convient que la solution ait déjà servi un certain nombre de fois. Les solutions neuves ne montrent pas bien la structure cristalline.

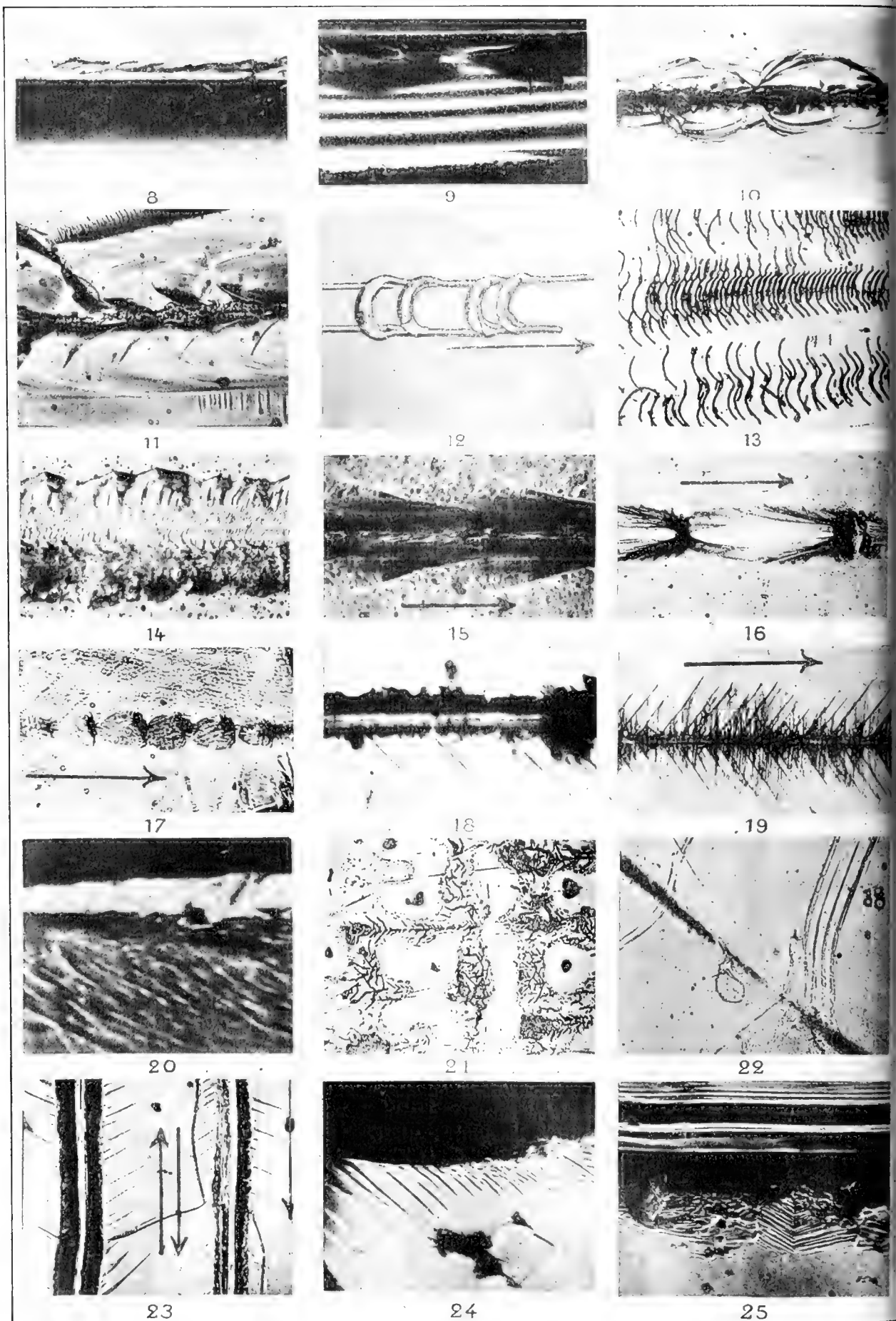
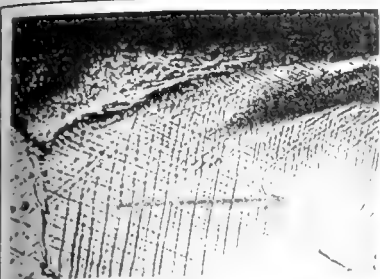


Fig. 8 à 25. — Microphotographies des divers aspects obtenus



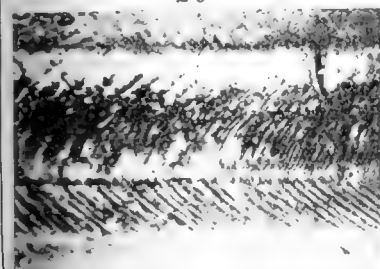
26



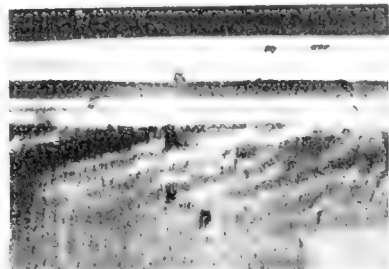
27



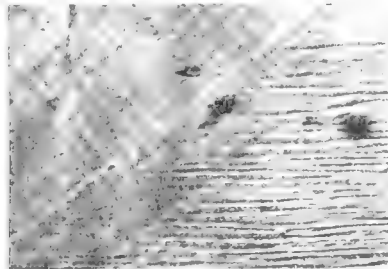
28



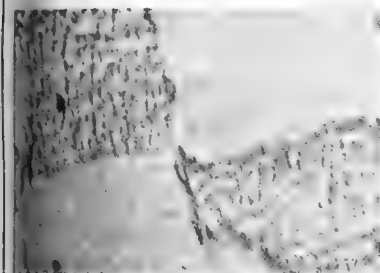
29



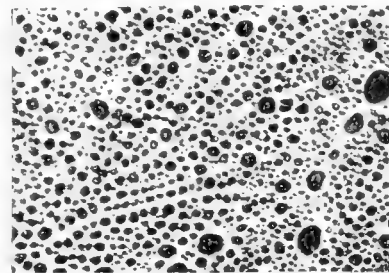
30



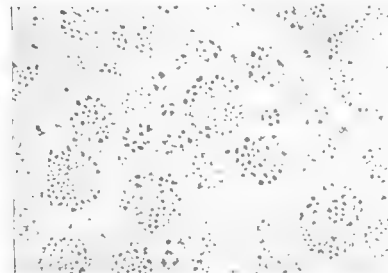
31



32



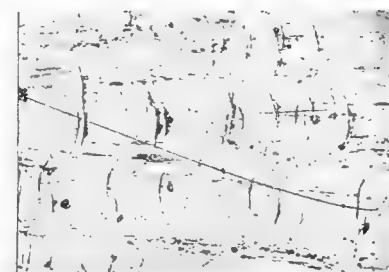
33



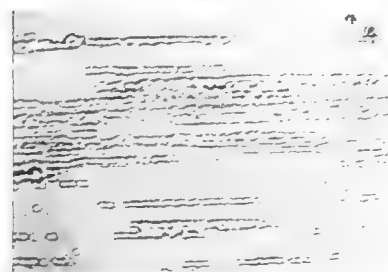
34



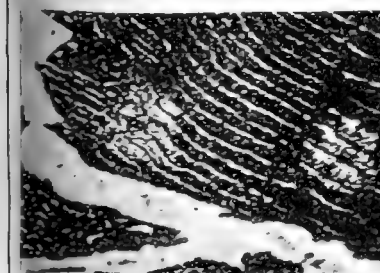
35



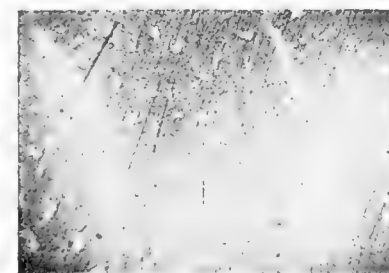
36



37



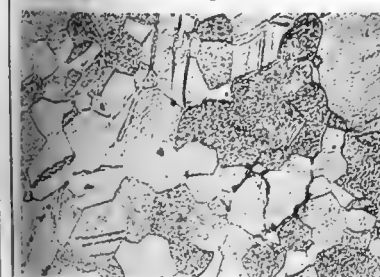
38



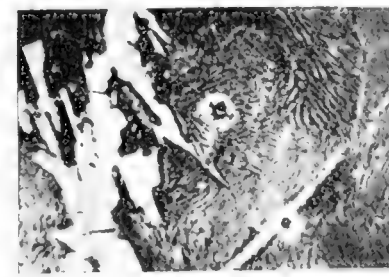
39



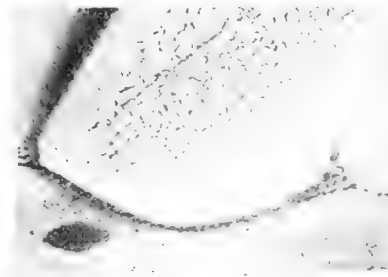
40



41



42



43

Un bronze à 9 % d'étain, chauffé aux couleurs de revenu, est beaucoup moins beau qu'avant le chauffage : l'oxydation a révélé, par des colorations différentes de celles de la masse, des stries de dégrossissage plus ou moins cachées.

M. Beilby décrit une expérience particulièrement nette : quand on attaque pendant dix à quinze secondes, par l'acide chlorhydrique très dilué (0,2 % environ de HCl), une face de clivage fraîche de la calcite, la surface attaquée, bien qu'un peu ondulée et irrégulière, ne montre pas de structure. Si, au contraire, avant l'attaque, on avait passé sur la face de clivage le doigt recouvert d'une peau douce, l'acide fait rapidement apparaître des stries latentes engendrées par le passage de la peau, alors que ces stries étaient complètement invisibles avant la morsure de l'acide.

2° *Révélateurs mécaniques*. — Beck Guerdard a montré que les lignes de Lüders, obtenues, par exemple, en poinçonnant une tôle d'acier et effacées par un repolissage ultérieur, réapparaissent quand une éprouvette découpée dans la tôle était soumise à un autre mode de déformation¹. M. Frémont² a mis cette expérience sous une forme très frappante : il estampe à froid avec des lettres une barrette d'acier, efface les empreintes à la lime, et repolite la surface qui ne garde aucun signe apparent. Une compression générale fait revenir les lettres facilement lisibles.

Il s'agit là d'essais macroscopiques. Les phénomènes microscopiques sont les mêmes. Sur la figure 30, qui représente à 400 diamètres une face p d'un cristal de fer, les raies *latentes* du derme ont été révélées par une rayure au diamant. Une autre face p du même cristal (fig. 31, 250 diam.) a été déformée par la pression d'un couteau appuyé sur la face adjacente parallèlement aux côtés du carré : les raies latentes réapparaissent également ; mais il ne faut pas les confondre avec les rides parallèles plus nettes produites par la déformation elle-même. Ces dernières sont des plissements en position de lignes de Lüders. L'attaque chimique les efface au lieu de les accentuer, comme elle le fait des lignes d'érouissage.

La figure 32 (1.000 diam.) montre un acier extra-doux qu'on avait voulu polir sur un drap neuf, poilu et non lessivé. Certain grains se sont normalement polis ; mais d'autres sont plus gravés qu'ils ne l'étaient après le dégrossissage : le derme a été mis à nu. C'est une question de savoir si, sur les grains polis, le derme a été arasé ou non encore atteint : les deux cas sont possibles. Quoi qu'il en soit, la différence d'aspect entre les grains dépend

de leur orientation cristalline respective. L'épaisseur du derme est une fonction de cette orientation : en repolissant partiellement une rayure faite sur une face p d'un cristal de fer recoupé de cristaux parasites, et attaquant par l'acide picrique, on voit que l'action de la rayure s'étend beaucoup plus loin sur les faces différentes de p . Ce sont aussi ces dernières dont le polissage est le plus long : résultat conforme à la théorie de Bravais et de Mallard, qui montre dans les clivages p des plans de densité réticulaire maximum.

Il est donc démontré que le finissage, à l'habitude, ne fait pas disparaître le derme, et, d'autre part, que le derme n'apparaît pas sur une surface bien finie.

Nous arrivons donc à la notion d'une couche superficielle différente du derme.

L'existence d'une telle couche est très plausible. D'abord, la peau d'un solide, par le seul fait de sa position, diffère, sur quelques millièmes de millimètre d'épaisseur, de la matière sous-jacente, et il a été dit que certains métaux émettent des vapeurs dans le vide à des températures très inférieures à leur point de fusion. Ensuite, quand même cette couche superficielle extrême n'aurait pas naturellement de propriétés distinctives, elle en prend certainement par le fait du polissage. Le premier effet d'une attaque sur une coupe polie est de montrer une structure granuleuse, que M. Beilby appelle *spiculaire* et qui ne ressemble ni à la structure du derme, ni à la structure propre du corps étudié.

Cette pellicule, nous pouvons l'appeler l'*épiderme*.

M. Beilby admet, comme conséquence d'observations dont plusieurs se sont trouvées confirmées indépendamment par notre propre pratique, que les molécules superficielles deviennent mobiles sous l'influence du frottement et constituent alors une couche mince, visqueuse, analogue aux liquides, régie comme eux par les lois de la tension superficielle. Ses petites ondulations se niveleraient comme celles que les poils d'un pinceau laissent sur une peinture fraîche. Et, quand la friction cesse, elle se constituerait en épiderme amorphe, où les *spicules*, granulations aplaties dont l'épaisseur est de l'ordre de grandeur des molécules, représenteraient des gouttelettes résultant de la rupture de pellicules.

Il suivrait de là :

1° Que deux solides, dont l'un au moins est poli, tendent, lorsqu'on les appuie l'un contre l'autre, à adhérer par leurs couches superficielles, c'est-à-dire à se pénétrer ;

2° Que, dans le frottement de deux corps polis, les couches superficielles plus ou moins adhérentes tendent à s'entraîner.

¹ FRÉMONT : *Bull. Soc. d'Encour.* (5), 1, 1218, septembre 1896.

² *Bull. Soc. d'Encour.*, septembre 1903.

La première proposition est appuyée par les expériences bien connues de M. Spring sur la soudures des poudres et d'autres corps par compression. Dans le même ordre d'idées, on doit à M. Margot¹ des recherches très originales sur l'adhérence de l'aluminium, du magnésium, du cadmium, du zinc, solides ou liquides, au verre, au quartz et à d'autres minéraux. Nous avons répété notamment l'une de ces expériences en collant du zinc sur verre. Le décollement du métal laisse une pellicule adhérente continue ou discontinue. Les pellicules continues, légèrement attaquées par l'acide chlorhydrique, montrent une structure cellulaire. Les pellicules discontinues sont formées d'éléments circulaires pouvant s'aligner (fig. 33, 50 diamètres, éclairage par transparence) : si l'on attaque par l'acide fluorhydrique, le verre se dépoli par points sous chaque tache de zinc (fig. 34, 150 diamètres), alors que l'attaque est homogène là où le zinc n'avait pas adhéré. La théorie de ces phénomènes semble très difficile. M. Margot examine différentes hypothèses, notamment l'intervention de l'oxyde du métal qui servirait d'intermédiaire, mais ce savant ne conclut pas définitivement. En réalité, nous sommes ici dans ces régions limites, si peu connues, où la Chimie, la Physique et la Mécanique se pénètrent et s'incorporent, justement comme l'aluminium et le verre.

L'entraînement par friction, au cours du finissage, résulte, pour M. Beilby, de la forme doucement arrondie des rayures et de l'extension d'un épiderme sur les petites cavités, même dans les métaux passablement fragiles comme l'antimoine. Nous avons relevé, dans le même sens, quelques indications d'un autre ordre. Si l'on fait glisser, en appuyant assez fortement, sur une lame de verre, l'extrémité d'une règle en bois avec interposition de fer électrolytique en poudre, on incruste dans le verre des alignements de fer et l'on y détermine, en même temps, des amorces de ruptures sous forme d'arcs de cercle régulièrement espacés et tournant leur concavité à l'opposé de la direction du mouvement. C'est exactement ce qui se passe lorsqu'on raye le verre par un corps de dureté égale ou supérieure. On pourrait dire que le fer électrolytique, dont la dureté minéralogique a donné lieu à discussion, est dans ce cas. Mais on obtient des résultats identiques en remplaçant le fer par une surface de cuivre poli, dont la seule impureté connue consiste dans une petite proportion d'oxydure (la dureté de l'oxydure est elle-même très inférieure à celle du verre). Les figures 35 et 36 illustrent ces expériences, la figure 35

(200 diamètres) dans le cas du fer électrolytique, la figure 36 (75 diamètres) dans celui du cuivre.

La fêlure périodique du verre suivant une série de chevrons arrondis, fêlure qui était, dans les opérations de dégrossissage, le résultat d'un rabotage, dépend ici de l'incrustation et de l'entraînement de l'épiderme. Les effets sont les mêmes en fin de compte : les causes sont notablement différentes, bien qu'il soit peut-être difficile d'établir entre elles une ligne de démarcation bien précise.

En tenant compte des considérations et des faits ci-dessus, le finissage des polisseurs peut être interprété de la façon suivante :

Les corps à polir et le mélange hétérogène drap-alumine-eau doivent être considérés au même titre, c'est-à-dire comme deux corps A et B dont les épidermes se pénètrent sous pression et s'entraînent mutuellement quand on donne le mouvement de rotation. Si A et B étaient équivalents, la surface de A serait incrustée par B et celle de B par A, jusqu'à ce que l'équilibre s'établisse. Mais, si la pénétration de B dans A est moins facile que celle de A dans B, ce que l'on réalise en rendant B plus meuble, B pourra entraîner d'une façon continue les molécules de A, qui l'auront pénétré sans que ses propres molécules aient le temps de pénétrer la surface de A.

On dit alors que le corps A, qui garde son individualité intacte, est le corps poli ; B, qui se charge de A, est le corps polissant.

Mais, si cela est vrai, il doit être possible d'invertir les rôles, et l'on y réussit, en effet, très souvent sans le vouloir, en modifiant l'un des facteurs, pression, vitesse, humectation, pour une poudre et un métal donnés.

Quand on finit avec l'alumine le polissage du fer, il suffit que l'humidité manque pour que l'alumine adhère au métal en trainées qui résistent à l'essuyage (fig. 37, 250 diam.). C'est le fer qui a poli le mélange drap-alumine-eau. Ici, cependant, la pellicule d'alumine n'est pas très adhérente, ni la pénétration profonde. Il suffit, pour s'en débarrasser, de pulvériser un peu d'eau sur le polissoir et de continuer le polissage.

Il n'en est pas de même avec le rouge. Quand nous nous servions de ce produit, avant l'introduction de l'alumine par M. Le Chatelier, nous avons remarqué que, sous une pression suffisante, quand on laissait le plateau devenir trop sec, la surface métallique présentait à l'œil nu un aspect opalescent en lumière verticale, et, en lumière oblique, les couleurs des lames minces. En même temps, la surface devenait peu réfléchissante sous le microscope éclairé par le prisme de Nœbels. Le fer était incrusté profondément et régulièrement

L'alumine se comporte vis-à-vis du cuivre rouge

¹ Arch. Sc. phys. et nat., août 1894 et février 1895.

à peu près comme le colcothar vis-à-vis du fer. L'oxyde de chrome, préparé par la calcination du bichromate d'ammonium et lévigé, toujours selon les prescriptions de M. Le Chatelier, incruste le cuivre plus facilement encore et ne peut être employé que très humide.

L'incrustation est fonction de la vitesse du plateau. C'est là un facteur dont l'étude serait intéressante, mais que notre installation ne nous permet pas de faire varier dans de larges limites.

M. Nachet nous a signalé les ennuis que cause quelquefois l'incrustation du verre par le rouge.

Jusqu'à présent, l'incrustation du corps à polir par le corps polissant s'est présentée à nous comme un accident, comme une interversion des rôles résultant d'une faute ou d'une négligence technique. Mais, comme il arrive souvent, cet accident peut être utilisé et fournir une méthode d'investigation.

Dans un alliage renfermant plusieurs phases, dans l'acier par exemple, le carbure désigné par le nom de cémentite peut être poli, tandis que le fer lui-même, la ferrite, est incrusté par le rouge sec. M. Arnold a tiré de là un procédé pour résoudre la perlite, mélange de ferrite et de cémentite, en fines lamelles; et M. Frewen Jenkin a communiqué à l'un de nous, il y a quelques années, de belles photographies de plaquettes ainsi préparées. La figure 38 représente un acier de cémentation frotté à la main sur rouge au sulfate sec avec substratum de papier filtre. Les grandes lames claires sont la cémentite indépendante, qui commence d'ailleurs à s'incruster par endroits; les lamelles minces sont la cémentite interstratifiée dans la ferrite. La ferrite elle-même paraît absolument sombre (800 diam.).

Le métal immédiatement adjacent à la peau incrustée est plus ou moins régulièrement écaillé. Sur la face *p* d'un cristal de fer ainsi incrusté, une attaque par l'acide picrique jusqu'à élimination de l'oxyde de fer montre une surface fortement colorée, granuleuse, irrégulière, alors que cette surface serait claire, réfléchissante, presque spéculaire en l'absence d'incrustation antérieure.

Quelquefois, la matière incrustante est fournie par l'usure de l'un des constituants structuraux. Exemple : quand on polit sur rouge sec un alliage d'or et d'aluminium contenant le composé pourpre $AuAl^2$ de Roberts-Austen, ce composé fournit une poussière qui adhère au constituant mou plus riche en aluminium et y forme des dessins comme dorés rappelant un peu l'aspect des eutectiques.

La figure 39 (100 diam.) est un acier doux passé sur une meule en feutre du commerce, neuve et non nettoyée. Le feutre neuf est un peu gras et plus ou moins poussiéreux : la perlite s'est passablement polie en bloc, sans se résoudre, et elle apparaît

sous forme d'ilots blancs déchiquetés; la ferrite, en général, a été rayée et légèrement incrustée, à l'exception de trois bandes restées plus claires : ce sont des bandes créées par le laminage et dont l'orientation cristalline est probablement à peu près constante.

Cette observation nous apprend que la méthode par incrustation pourra différencier non seulement deux constituants de duretés très différentes, comme la ferrite et la cémentite, mais encore les différents grains d'une même phase, suivant leur orientation. Nous y avons réussi, pour le fer et l'acier, avec le rouge au sulfate sec, sur velours de coton lessivé et sec, en réglant convenablement la pression et la vitesse. Si la préparation a reçu un polissage antérieur en léger bas-relief, les reliefs s'incrusteront naturellement avant les creux. La figure 40 (400 diam.) montre deux grains voisins d'un fer cristallisé à très gros grain. L'un des grains, en creux, est resté blanc; l'autre s'est incrusté, à l'exception d'une lamelle de Neumann qui était en creux. La plaquette a été attaquée légèrement par l'acide picrique alcoolique, après l'incrustation; on exagère ainsi les contrastes.

Quand même on n'aurait pas produit volontairement de bas-relief préalable, le polissage sur rouge sec en produit un. La cause première qui permet de différencier les grains est toujours leur orientation cristalline par rapport à la coupe. Suivant son orientation, chaque grain s'use plus ou moins. Dès qu'une différence de niveau est créée, la pression varie d'un grain à l'autre; l'incrustation, qui est fonction de la pression, et, probablement aussi, de l'orientation cristalline directement, varie en même temps. En fin de compte, on peut obtenir une préparation telle que la figure 41 (150 diam.). C'est la photographie d'un fer cristallin préparé par M. Stead, dans la région centrale, où le grain est moins grossier que sur les bords. Chaque grain est différencié par incrustation comme il le serait par une attaque au chlorure double de cuivre et d'ammonium. On reconnaît aussi des lamelles de Neumann.

Dans un acier eutectoïde, c'est-à-dire contenant environ 0,90 de carbone pour 100, et formé entièrement de perlite, les grains de perlite peuvent être aussi distingués les uns des autres par le polissage sur rouge sec (fig. 42, 400 diam.).

En réalité, cette méthode par incrustation n'est ni la plus pratique ni la plus délicate qui puisse conduire au but. Mais elle n'en est pas moins intéressante, parce qu'elle nous montre un procédé mécanique rivalisant avec un procédé chimique, et jette quelque jour sur les affinités de deux sciences regardées pendant longtemps comme radicalement distinctes. Dans le polissage en bas-relief du fer et

de l'acier sur parchemin mouillé d'eau et imprégné d'une poudre blanche, sulfate de calcium ou de baryum, le parchemin et la poudre se colorent, non en gris de fer, mais en jaune ocre. Le fer détaché par le polissage est donc immédiatement oxydé, soit que l'acide carbonique dissous dans l'eau intervienne, soit que le fer se détache sous forme de molécules isolées facilement oxydables. Comment faire, ici encore, la part de la Mécanique et celle de la Chimie?

III. — DESQUAMATION.

La présence d'une peau écaillée n'est pas, en général, bien gênante pour l'analyse micrographique des alliages. L'attaque qui sert à révéler la structure dissout l'épiderme et une partie au moins du derme, si ce dernier a été réduit à l'épaisseur minimum par un dégrossissage progressif soigné. Quelques résidus de grosses raies accidentelles, ayant laissé des traces écaillées plus profondes, n'apportent pas de trouble notable, et il est aisé d'en faire abstraction.

Il n'en est plus de même quand on veut étudier les traces internes de déformations systématiques. Évidemment, ces traces sont de même nature que celles résultant du dégrossissage, le dégrossissage étant lui-même un mode de déformation. La part de ce dernier doit donc être complètement éliminée.

De là, la nécessité d'une troisième opération, que nous appellerons la *desquamation*.

En choisissant ce mot, nous continuons la métaphore qui nous a déjà fourni ceux de peau, de derme et d'épiderme. Il est vrai que la racine *squama* s'applique originairement aux écailles. Mais le sens primitif en a été souvent généralisé, et, au surplus, les spicules de Beilby suffiraient à le justifier.

La desquamation a pour objet d'éliminer la peau sur des métaux polis.

Il semble que l'opération soit très facile et n'exige autre chose qu'une attaque assez profonde pour dissoudre toute l'épaisseur du derme. Mais les attaques de ce genre donnent ordinairement des figures de corrosion cristallines, creusent les joints et les lignes de contact entre les divers constituants : on obtient finalement une surface très dénivelée, chargée de détails, et où les caractères de la déformation que l'on recherche sont masqués par ceux de la structure congénitale qu'on ne recherche plus.

Il faut bien dissoudre le derme, mais il faut aussi maintenir l'épiderme plan, sans créer simultanément un nouveau derme par le finissage. Le succès pratique est souvent difficile, parce que, en réalité, dégrossissage et finissage ne sont pas des

opérations aussi distinctes sur la matière que sur le papier et que le finissage écrouit un peu pour son compte. La difficulté s'accroît rapidement, bien entendu, à mesure que l'on s'adresse à des corps plus mous.

Elle n'est pas cependant insurmontable.

La dissolution superficielle et la reconstitution d'un épiderme plan sont deux choses distinctes. On peut les faire séparément, en les répétant autant de fois qu'il est nécessaire, ou les réunir dans l'opération mixte qu'on a appelé le polissage-attaque.

Chronologiquement, le polissage-attaque est antérieur dans notre technique aux polissages et attaques alternés ; mais, pour aller du simple au composé, comme l'exige la clarté de l'exposition, il est logique de décrire d'abord ces derniers et leurs applications.

Pour le fer et l'acier, le réactif de M. Ischewsky, la solution à cinq pour cent d'acide picrique dans l'alcool absolu, est encore mieux approprié à notre objet actuel qu'à la distinction des constituants, parce qu'il donne sur la ferrite des attaques plus planes qu'aucun autre et n'a qu'une faible tendance à en fouiller la structure cristallographique.

On a donc peu à faire pour effacer, même après une attaque prolongée et relativement forte, les petites dénivellations qui ont pu se produire. On le fait en passant la préparation sur un plateau de drap chargé d'alumine humectée d'eau. Ce traitement, quand les produits à polir sont de bonne qualité et les manipulations bien conduites, ne reforme pas de derme sur le fer. En répétant les deux opérations autant de fois qu'il est nécessaire, on arrive à se débarrasser complètement du derme qu'avait créé le dégrossissage.

C'est en appliquant cette méthode que nous avons pu obtenir, dans l'étude des déformations internes du fer, les résultats que nous avons publiés en collaboration avec M. Frémont, dans la *Revue de Métallurgie* de janvier dernier.

On a plus de difficulté avec les bronzes et, *a fortiori*, avec le cuivre rouge. Pour les bien comprendre, il faut donner quelques détails sur la structure de ces métaux.

Un bronze usuel, à 9 ou 10 pour cent d'étain brut de coulée, est formé de grains dont chacun est le domaine à la fois d'un cristallite et d'un cristal correspondant. D'après les travaux de M. Le Chatelier¹, de M. Charpy², de MM. Heycock et Neville³, l'étain ne paraît pas être réparti uniformément, et, pour cette raison, on trouve un peu

¹ Bull. Soc. d'Encour. (5), I, 559, avril 1896.

² Bull. Soc. d'Encour. (5), II, 384, mars 1897, fig. 27, p. 406.

³ Phil. Trans. (A), CCII, I, année 1903, Bakerian Lecture

d'eutectique entre les branches des cristallites, même quand la teneur moyenne en étain est inférieure à celle que le cuivre pourrait garder en solution solide. L'étain irait en diminuant à partir de l'eutectique et serait minimum sur les axes des cristallites.

Soient (fig. 44) un grain cristallin, AA les axes des cristallites, E, E, E, les grains d'eutectique.

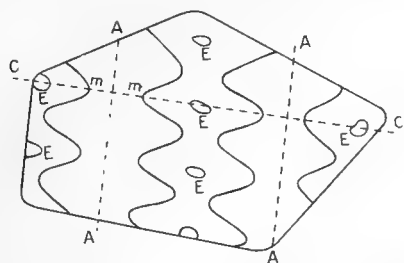


Fig. 44. — Aspect d'un grain cristallin au finissage. — AA, axes des cristallites ; EE, grains d'eutectique.

Au dégrossissage, l'eutectique fragile, désagrégé par la lime et les premiers papiers d'émeri, est représenté par des trous que les derniers papiers n'arasant généralement pas. Au finissage, ces trous sont le point de départ de dépressions, allongées dans le sens du polissage, circulaires si on fait constamment tourner la plaquette. Une coupe faite à ce moment par deux grains E, E d'eutectique

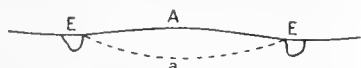


Fig. 45. — Coupe passant par deux grains EE de la figure 44 au commencement du finissage.

donnerait donc le profil de la figure 45, avec un relief sur l'axe *a* du cristallite. *EaE* est la limite intérieure du derme, avec un maximum d'épaisseur *Aa*, parce que le relief *A* a supporté pendant le dégrossissage le maximum de pression et, éventuellement, parce que la teneur en cuivre est minimum en ce point.

Quand on pousse le finissage suffisamment loin,

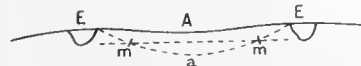


Fig. 46. — Même coupe à la fin du finissage.

l'eutectique, qui n'est plus désagrégé et qui, plus dur, s'use moins, finit par venir en relief. *A* devient le centre d'une dépression et le profil final est celui de la figure 46, la limite intérieure du derme restant en place.

Quand maintenant on traite la préparation par attaques et repolissages alternés, on fait disparaître progressivement le derme en conservant et

accentuant plutôt la forme du profil. Le derme se trouve donc coupé, à un moment donné, par la surface nouvelle *mm*. Une attaque ultérieure colore plus, en général, ou tout au moins différemment les parties écrouies conservées, et les cristallites apparaissent, d'habitude en clair sur fond sombre, tels que les a photographiés M. Charpy. Se reporter à notre figure 21.

On voit que ces apparences cristallitiques reçoivent une explication purement mécanique, indépendante de l'hétérogénéité chimique. Si cette hétérogénéité est réelle, et, bien que non prouvée, elle est vraisemblable comme conforme aux lois connues de la solidification, elle agit dans le même sens que l'effet mécanique pour faciliter la révélation des formes cristallitiques. Mais elle n'est pas nécessaire, et, en fait, elle ne saurait être bien grande, puisqu'elle n'est pas accusée par les variations de la couleur propre du bronze.

Les apparences restent les mêmes avec le cuivre rouge ne contenant d'autre impureté qu'un peu d'oxydure. L'oxydure, plus dur que le métal, y joue le même rôle que l'eutectique dans le bronze et les cristallites se montrent encore. La figure 43 représente un grain de cuivre coulé, avec de l'oxydure en relief dans les joints et, à cœur, des dessins confus appartenant au derme et caractéristiques de sa présence. Il faut se garder d'y voir des détails de structure congénitale. La desquamation est tout simplement incomplète. Si elle était achevée, on ne verrait plus les cristallites.

Pour la desquamation du cuivre et du bronze, nous employons comme dissolvant soit une solution d'acide picrique et de quinone dans l'alcool ou l'acétone, soit une solution de perchlorure de fer acidifiée par l'acide chlorhydrique, réactifs qui donnent des attaques assez planes. Pour le repolissage entre les attaques, on frotte à la main sur drap chargé d'alumine, ou mieux d'oxyde de chrome, en mouillant avec de l'eau ammoniacale.

L'ammoniaque a pour rôle de dissoudre, au fur et à mesure qu'il se produit, le mince derme que reconstituerait la poudre à polir employée seule. Il ne faut pas essuyer sur toile. La toile, même fine et usée, reconstitue aussi un derme. On lave à l'acétone, dont on essore le plus gros avec un morceau de papier buvard appliqué latéralement. On laisse s'évaporer le surplus. Il ne reste pas de résidu gênant.

Comme nous l'avons dit plus haut, on pourrait réunir les deux opérations, polissage et attaque, en une seule, en mouillant le drap par le réactif convenable. Il semble qu'on réaliserait ainsi un progrès. Mais la méthode est délicate. Suivant la concentration du réactif, la vitesse, la pression, etc., il arrive que l'attaque est trop en avance sur le-

polissage ou inversement. Dans le premier cas, la surface est trop dénivelée et, dans le second, on refait un derme sur les métaux mous. Nous avons donc une tendance à remplacer le polissage-attaque par les polissages et les attaques alternés. C'est moins élégant, mais plus sûr, et le procédé s'applique, avec quelques variantes, aux métaux mous, tels que zinc, étain et plomb, que nous moullions antérieurement sur une surface polie.

En somme, l'usage méthodique de la desquama-

tion a permis d'aborder plus efficacement l'étude microscopique de la déformation des métaux.

Nous désirons que ces simples notes sur des questions peu explorées apportent aux hommes de science et aux industriels qu'intéresse le polissage quelques sujets de réflexion et d'étude.

F. Osmond,

Ancien ingénieur aux Usines
du Creusot.

G. Cartaud,

Ingénieur-chimiste.

ÉVOLUTION DES IDÉES GÉNÉRALES SUR LA SEXUALITÉ ¹

DEUXIÈME PARTIE : DIX-NEUVIÈME ET VINGTIÈME SIÈCLES

I. — ORIENTATION NOUVELLE DE LA QUESTION. THÉORIES ACTUELLES.

Depuis longtemps, on avait homologué la graine des végétaux supérieurs à l'œuf des animaux ovipares ; mais, jusqu'au XIX^e siècle, les physiologistes voyaient encore dans l'acte de la génération animale presque autant de procédés particuliers qu'il y a de classes d'animaux. C'est un Français, Coste, qui commença à montrer l'unité de la fonction en faisant voir (1837, p. 200) que l'ovule des Mammifères est comparable au jaune de l'œuf des Oiseaux. En même temps, les recherches d'anatomie et de physiologie comparées venaient démontrer, d'une façon définitive, que l'oviparité et la viviparité émanent d'un phénomène identique, dont elles ne représentent que deux modifications pouvant se rapprocher, s'unir et se confondre.

C'est donc seulement à partir de cette époque, si rapprochée de nous, que nous voyons apparaître la notion de sexualité telle que nous la comprenons aujourd'hui, c'est-à-dire s'étendant à la Nature animée tout entière. Dans les idées que nous allons voir éclore maintenant, nous n'aurons donc plus à nous demander si les biologistes veulent parler de l'homme, des vivipares, des ovipares ou des végétaux ; leurs théories vont viser la connaissance de la sexualité, sans qualificatif.

Depuis trois siècles, les découvertes en Histoire naturelle s'étaient tellement accumulées que la nécessité d'établir des groupements, des catégories dans les êtres vivants, se faisait de plus en plus sentir.

Tournefort et Linné furent les premiers à établir une classification véritablement utile. Avec cette clas-

sification, la *notion de l'espèce* (qui avait été déjà définie au moyen de la parenté et de la procréation, par le botaniste anglais Ray, en 1682) entre en maîtresse dans l'Histoire naturelle. Pendant la majeure partie du XIX^e siècle, les discussions célèbres qui eurent lieu, entre les partisans de la fixité et ceux de la variabilité des espèces, ne firent qu'affirmer de plus en plus l'existence propre de l'espèce.

Et alors, par une de ces erreurs de méthode si répandues même chez les savants, l'on arriva à méconnaître peu à peu les individus, en tant que personnalités distinctes ; on ne voulut plus voir, dans la Nature, que des couples, des espèces qui ne sont pourtant, en quelque sorte, que des créations artificielles de notre esprit ¹. A partir de ce moment, les physiologistes nous montreront dans les organismes deux sortes de fonctions : celles qui ont pour but la vie de l'individu lui-même, les fonctions de nutrition et de relation, et celles qui n'envisagent que la vie de l'espèce, les fonctions de reproduction, la sexualité. Les philosophes vinrent à la suite de ces naturalistes : avec Voltaire et Champfort d'abord, avec Schopenhauer ensuite, nous voyons les premières fonctions compter seules pour la vie de l'individu, et les fonctions sexuelles et les jouissances qui les accompagnent n'être qu'une sorte de piège, tendu par la Nature, pour inciter les individus à se sacrifier au profit de leur

¹ Buffon lui-même, qui n'avait pourtant guère l'esprit systématique, commençait sa *Seconde vue de la Nature* par ces mots : « Un individu, de quelque espèce qu'il soit, n'est rien dans l'Univers : cent individus, mille, ne sont encore rien : les espèces sont les seuls êtres de la Nature. »

Il est curieux d'opposer à cette opinion la manière de voir de Lacépède : « Il en est de l'espèce comme du genre, de l'ordre et de la classe, disait le disciple et le continuateur de Buffon ; elle n'est au fond qu'une abstraction de l'esprit, qu'une idée collective, nécessaire pour connaître, pour instruire ; la Nature n'a créé que des êtres qui se ressemblent, et des êtres qui diffèrent. » (II, p. 104.

¹ Voir la première partie de cet article dans la *Revue* du 15 janvier, t. XVI, p. 10 et suiv.

espèce. C'est là une opinion qui, favorisée par certaines doctrines religieuses, se retrouve encore un peu partout de nos jours et que l'on me verra combattre dans le cours de cet article, du moins dans cette forme où on la présente habituellement.

D'un autre côté, la découverte des phénomènes intimes de la fécondation, faite dans le courant du dernier siècle¹, attirera de nouveau l'attention des biologistes sur les éléments sexuels.

Dès lors, les biologistes vont refuser au testicule et à l'ovaire le nom de glande et au sperme le nom de *produit sécrété* qu'on leur donnait jusqu'ici. « Le produit du testicule, dit Ch. Robin (1874, p. 441), n'est pas un produit de sécrétion; le testicule sert seulement à la génération d'éléments anatomiques qui conduisent à la génération des spermatozoïdes. Aussi rien n'est erroné comme d'appeler le testicule une glande, ou l'ovaire une glande. »

A partir de cette époque, on négligea complètement la partie liquide du sperme, que l'on considéra comme un simple substratum. Aussi, lorsque les découvertes récentes vinrent montrer la réelle existence d'une sécrétion chimique véritable du testicule, on ne voulut voir, dans les produits sécrétés, qu'un matériel nutritif élaboré en vue de la nourriture des spermatozoïdes.

Depuis quarante ans, les cytologistes ont porté toute leur activité sur l'étude morphologique des éléments sexuels. Actuellement, il n'y a pas d'année où ne soient publiés deux ou trois travaux sur les spermatozoïdes ou sur les ovules. On a fouillé ces éléments jusque dans leurs parties les plus fines, et il suffit de comparer le schéma d'un spermatozoïde donné il y a dix ans avec celui donné aujourd'hui pour se rendre compte du chemin parcouru.

Mais il s'en faut de beaucoup que cette analyse patiente et minutieuse nous ait renseignés davantage sur la nature même de ces éléments, sur leur signification physiologique et sur leur rôle dans la fécondation. Elle a eu, par contre, cet effet malheureux de fixer les biologistes, s'occupant de sexualité, dans les voies de la morphologie et de leur faire négliger les recherches d'analyse chimique et d'expérimentation qui, seules, peuvent maintenant conduire à la Physiologie.

Telles sont les idées qui sont la base de tout ce qu'on écrit actuellement sur la sexualité. Aujourd'hui,

les biologistes ne voient guère, dans les fonctions sexuelles, que les seuls éléments : ovule et spermatozoïde, c'est-à-dire ce qui sert seulement à l'espèce. Et les théories dont je dois parler maintenant vont toutes refléter plus ou moins ces errements.

Cependant, je n'envisagerai ici que les théories générales de la sexualité, remettant au cours même de mes leçons l'exposé des théories particulières venant expliquer la fécondation, le déterminisme sexuel, le dimorphisme des sexes, etc.

§ 1. — Théorie du Parasitisme sexuel.

La première des théories générales que nous allons envisager peut être désignée sous le nom de parasitisme sexuel, car elle admet que les organes génitaux représentent des sortes d'individualités distinctes, se nourrissant, comme des parasites, aux dépens du corps qui les contient.

Cette idée ne date pas d'hier. Du temps des Grecs, Platon avait déjà considéré l'utérus comme un animal demeurant en parasite dans le corps de la femme; poussé par la faim sexuelle, il disait que cet animal pouvait se mettre en fureur, parcourir le corps en tous sens sous la forme d'une boule et donner naissance à toutes sortes de malaises ou de maladies, parmi lesquelles l'hystérie. C'est ainsi qu'Aretée de Cappadoce comparait les mouvements de l'utérus à ceux d'un arbre dont les branches flexibles suivent les impulsions d'un vent léger.

A Rome, Galien combattit vivement cette bizarre opinion en montrant, par des dissections, que des mouvements de la matrice aussi étendus sont impossibles.

Pourtant, au milieu du xvi^e siècle, nous voyons encore Jean Fernel, le grand médecin de Henri II, se plaindre que Galien l'ait induit en erreur et dire que, dans plusieurs cas, il a senti l'utérus remonter sous sa main jusque dans l'estomac. Deux cents ans plus tard, Cabanis, le célèbre médecin et ami de Mirabeau, professe encore à peu près la même opinion; il croit l'utérus capable par lui-même d'être le siège de la mélancolie, par exemple. Enfin, en 1802, un médecin de Paris, Louyer-Villermay, parle encore dans sa thèse inaugurale des mouvements de l'utérus pendant les crises d'hystérie⁴.

Remarquons tout d'abord que cette idée de parasitisme sexuel est logique et apparaît encore mieux comme la conséquence des nouvelles directions dans lesquelles se sont engagés les biologistes depuis un siècle et demi.

Dès le moment où l'on accepte l'épigenèse, on

¹ De Barry (1810), Coste (1849), Meissner, Bischoff, etc., virent d'abord les spermatozoïdes pénétrer sous la membrane vitelline de l'œuf des Mammifères (lapin, chien). L'entrée de l'élément mâle dans le protoplasma ovulaire fut observée ensuite, en 1856, par Pringsheim chez les animaux, et par de Bary chez les végétaux (Oedogonium). C'est en 1875, seulement, que O. Hertwg, puis Fol, en 1877, purent suivre dans tous ses détails la pénétration du spermatozoïde dans l'œuf d'oursin.

⁴ Ce médecin est un des derniers représentants des théories d'Hippocrate et de Buffon quand il dit que la pléthore spermatique chez la femme est la cause des accès d'hystérie.

peut admettre que chaque partie d'un organisme a son existence propre, et l'observation montre, en effet, que, chaque fois qu'un organe donné se développe, « ce développement s'opère toujours aux dépens de ceux qui sont dans le voisinage »; tel est le fait qu'Etienne Geoffroy Saint-Hilaire a mis en évidence le premier sous le nom de *principe du balancement des organes*.

Et alors, considérant exclusivement la vie de l'espèce, il est naturel de penser que tous les organes qui servent à cette vie forment un tout indépendant des organes qui servent à la vie de l'individu; on peut admettre, du moins, que les organes sexuels se comportent vis-à-vis d'eux comme un parasite se comporte vis-à-vis de son hôte, c'est-à-dire s'en servant pour la protection et pour la nourriture.

Mais ce n'est plus l'utérus que considèrent les biologistes actuels dans leur explication parasitaire de la sexualité; ce sont les glandes génitales: l'ovaire et le testicule, ou même seulement les éléments sexuels.

La théorie de l'emboîtement des germes devait conduire naturellement les naturalistes à considérer ces germes déjà entièrement organisés comme des parasites; c'est, en effet, cette conception que l'on trouve nettement exprimée dans quelques ouvrages des défenseurs de cette théorie.

De nos jours, l'épigenèse a fait place à la doctrine de l'emboîtement; mais on dit souvent encore que les glandes génitales forment, avec le soma, un cœnobium homophysaire, alors qu'un parasite ordinaire forme avec son hôte un cœnobium hétérophysaire.

Notre maître, le Professeur Giard, auquel j'emprunte ces expressions, apporta un grand appui à cette théorie par ses belles recherches sur la castration parasitaire (1888). Il montra, en effet, que des parasites ordinaires peuvent se substituer au tissu génital, et de manière que leurs excréta produisent sur le corps de leurs hôtes des effets comparables à ceux que produit le tissu génital lui-même (caractères sexuels secondaires). Dans certains cas, même, la substitution peut être morphologique aussi bien que physiologique; ainsi lorsque le parasite occupe la place des organes sexuels, il prend parfois, non seulement la forme, mais encore la couleur de l'organe auquel il s'est substitué; tel est le cas, par exemple, du *Portunium mœnadis*, un crustacé parasite qui se loge dans le corps des Crabes.

Présentée ainsi, la théorie n'est donc que l'expression des faits, et ces faits, qui sont des plus intéressants, nous les retrouverons quand il s'agira d'étudier les caractères sexuels secondaires. Dans l'idée de Giard, l'expression de parasitisme sexuel

n'a jamais été, croyons-nous, qu'une manière plus saisissante pour exprimer l'importance du tissu génital. Il y voit, du reste, plutôt une symbiose qu'un parasitisme réel; « les gonades se forment et se développent sous l'influence de nutriments venant du soma, dit-il (1898, p. 35), mais le développement retentit à son tour sur le soma, de manière à lui donner des caractères particuliers ».

Il n'en a pas été de même pour d'autres biologistes, qui ont pris l'expression à la lettre et qui sont arrivés à parler d'un antagonisme absolu entre la vie de l'individu et celle de l'espèce.

Déjà un disciple de Pythagore, le philosophe Hip-pase de Métaponte (cité par Censorinus), disait que les glandes sexuelles retirent à l'organisme toute la substance des moelles pour en former la semence. Anaxagore, Démocrite et Alcmaeon renchérissement encore sur cette opinion; nous les voyons, en effet, représenter les fonctions sexuelles comme épuisant spécialement la graisse et les chairs des individus en rut. Ce sont là des idées anciennes qu'il était bon de rappeler, car nous allons les retrouver presque telles dans les écrits de certains de nos physiologistes contemporains.

En 1885, Weissman crut pouvoir distinguer, dans un individu sexué, deux sortes de protoplasmas: l'un, le *soma*, destiné à former tout ce qui constitue le corps périssable, c'est-à-dire la peau, les nerfs, les muscles, le sang et les viscères; l'autre, le *germen*, qui se loge en un endroit quelconque du premier (glandes génitales) et qui, à chaque génération, passe directement de l'œuf parent à l'œuf enfant, constituant ainsi un véritable protoplasma immortel.

Ces idées ne sont pas que des hypothèses, elles reposent sur des faits; ainsi, chez un certain nombre d'animaux, on a remarqué que, dès le moment où l'œuf fécondé se divise, certaines cellules s'isolent et restent, sans se multiplier ou en se multipliant peu, jusqu'au moment où elles formeront les organes génitaux. La théorie s'est alors emparée de ces cellules initiales, pour voir la présence objective du germe.

Voici, par exemple, un œuf d'un petit Crustacé d'eau douce, si commun dans nos mares, le Cyclops; cet œuf, qui est en train de se diviser pour la première fois, montre à un des pôles un amas de corpuscules se colorant fortement par les couleurs rouges. Les corpuscules se retrouveront donc seulement dans un des deux blastomères qui résultera de cette segmentation; or, à toutes les phases des divisions suivantes, on trouvera toujours une cellule présentant les mêmes caractères⁴, avec

⁴ Il est à noter que les corpuscules se colorant en rouge n'apparaissent ici qu'au moment où la cellule entre en division.

cette particularité en plus que cette cellule à corpuscules se divise plus lentement que ses sœurs.

Un peu plus tard, on voit que deux des cellules de la petite larve se divisent plus lentement que les autres; on peut donc penser, avec Hacker, de qui nous tenons ces faits, que ces cellules sont les descendantes de la cellule à corpuscules primitive; du reste, une de ces cellules présente dans son protoplasma les mêmes corpuscules: c'est la cellule germinative primordiale; l'autre cellule est la cellule souche de l'endoderme.

Nous retrouverons ces faits plus tard, mais nous devons dire déjà que les espèces chez lesquelles on les a constatés sont peu nombreuses et que ces espèces représentent des types hautement différenciés; il n'y a donc pas là un phénomène ancestral, puisque les Métazoaires les plus inférieurs, chez lesquels ce phénomène devrait être le plus net, semblent jusqu'ici faire exception.

Après Weissman, nous trouvons Félix Le Dantec (1903), qui décrit le tissu génital, arrivé à maturité, comme formé de plastides déséquilibrés, incapables d'assimilation et de vie durable. Le Dantec oppose ainsi ces éléments aux plastides somatiques dont toutes les molécules vivantes sont entières et peuvent, par conséquent, continuer à vivre et à se multiplier.

Cette théorie est encore basée sur des faits positifs: les cellules sexuelles sont réellement des cellules qui, d'une façon très générale, ne peuvent plus assimiler et qui doivent mourir si elles restent isolées; mais Le Dantec s'avance trop, selon nous, lorsqu'il fait, de cette incapacité d'assimilation, la caractéristique de la sexualité. On retrouve, en effet, ce même caractère dans les cellules de certaines glandes; prenons les glandes sébacées, par exemple: leurs éléments cellulaires deviennent sénescents, eux aussi, et le sébum n'est également formé que de cellules mourantes.

Enfin, Beard (1902-03), venant exagérer les théories de ses devanciers, considère les cellules germinatives sexuelles comme des êtres distincts, comme des sortes de protozoaires; le reste du corps, le soma, serait pour lui un organisme stérile (phorozoon), destiné à loger les cellules germinatives et à leur fournir de la nourriture.

C'est à la suite de recherches intéressantes sur l'embryologie de la Raie que Beard a été amené à formuler sa théorie.

Pour cet auteur, les premiers blastomères qui résultent de la segmentation de l'œuf de Raie sont tous semblables; mais, lorsque le stade de 32 blastomères a été atteint, on voit un de ces blastomères rester plus gros et se diviser beaucoup plus lentement que les 31 autres. Ces der-

niers constitueront le soma, le 32^e donnera naissance lentement aux premières cellules germinatives. Beard compte 256 de ces cellules dans le sexe mâle, 512 dans le sexe femelle. Ce sont de gros éléments dont le diamètre est à peu près double de celui des cellules somatiques, et dont le protoplasma peu colorable est chargé de tablettes vitellines qui souvent cachent entièrement le noyau.

Jusqu'ici, Beard ne fait que confirmer ce que nous savions déjà sur la différenciation précoce des cellules souches des glandes génitales. Mais il montre, en plus, que, chez la Raie, les cellules germinatives primordiales, placées d'abord au-dessous de l'ébauche embryonnaire, émigrent dans cette ébauche, au moyen de mouvements amœboïdes, l'envahissent pour aller se loger en différents endroits; la plupart viennent se placer dans la région des futures glandes génitales et y restent, à l'état de repos, jusqu'au moment où elles se diviseront à nouveau pour donner des cellules germinatives secondaires; les autres, dans la proportion de 10 à 28 %, vont se placer en n'importe quelle région du corps: dans la peau, dans l'épithélium intestinal, dans le péricarde, dans le mésoderme surtout. Là, ces cellules entrent également en repos, puis dégèrent généralement au bout de peu de temps. Mais il peut arriver aussi qu'elles continuent à vivre dans ces situations anormales. Elles donneraient alors naissance aux carcinomes et à ces sortes de tumeurs si particulières: kystes dermoïdes, tumeurs sacro-coccygiennes, etc., dans lesquelles on a trouvé des cheveux, des dents, des os, etc., et que l'on considère généralement comme résultant de l'avortement plus ou moins précoce d'un embryon inclus ou enclavé de très bonne heure dans son hôte.

Et ainsi se trouveraient résolus de la façon la plus simple, par l'embryologie, quelques-uns des problèmes les plus obscurs encore de la médecine: celui des tératomes et celui du cancer. Il est curieux de constater, à ce propos, que quelques chirurgiens anglais ont déjà eu l'idée, en 1897, de faire un rapprochement entre les glandes génitales et les cancers du sein. Dans ces derniers cas, en effet, ils pratiquent la castration ovarienne et voient alors la tumeur se décongestionner, devenir moins douloureuse et moins mobile. Cette pratique, suivie depuis par les chirurgiens français, a donné jusqu'ici les mêmes résultats favorables.

Voilà donc les différents côtés sous lesquels se présente la théorie du parasitisme sexuel, théorie hétérogène, comme on le voit, et dont les divergences s'accroissent encore lorsqu'on recherche, avec les auteurs, comment s'exerce ce parasitisme.

Il est tout d'abord un groupe de biologistes qui,

continuateurs de Buffon, ramènent ce parasitisme à une question de nutrition. On remarque qu'au moment de la reproduction sexuelle, les tissus ordinaires maigrissent pendant que les glandes génitales grossissent; les premiers, disent-ils, sont mangés par les seconds.

Ainsi, dans le règne végétal, un grand nombre de botanistes, dont un des derniers en date est Vuillemin (1888), ont montré que les tubercules radicaux des Légumineuses, par exemple, vont normalement en vidant leur contenu, durant la fructification, de sorte qu'à la fin du rut, les tubercules se trouvent ridés et presque vides¹.

Chez les animaux, c'est surtout le tissu musculaire qui, comme l'avaient déjà observé les Anciens, semble fournir au développement des gonades. Considérons, par exemple, les Saumons. Ce sont des poissons marins qui remontent les rivières à une époque qui correspond à leur activité sexuelle. Pendant cette « migration du frai », qui dure de quatre à quatorze mois, les individus mangent peu ou pas du tout, et pourtant leurs glandes s'accroissent énormément; ainsi le poids de l'ovaire, qui était d'abord de 0,4 % du poids du corps, atteint le poids relatif de 27 % (Miescher, 1881); or on constate une diminution parallèle dans le poids du système musculaire.

Il peut arriver même que des appareils tout entiers s'atrophient au moment de l'activité génitale; tel est, par exemple, le cas du tube digestif de certaines Annélides étudié par Caullery et Mesnil (1898). Il y a ainsi dans l'évolution de l'animal, disent ces auteurs, deux phases très opposées qui peuvent être considérées, au point de vue physiologique, comme deux vies antagonistes l'une de l'autre: l'une, *vie nutritive*, pendant laquelle l'animal croît et accumule des réserves, l'autre, *vie sexuelle*, pendant laquelle il cesse de croître et consomme alors ses réserves pour produire des ovules ou des spermatozoïdes².

C'est sur des considérations semblables qu'un Allemand, Kennel (1896), étudiant le dimorphisme sexuel des Papillons, se base pour expliquer les différences de couleur que l'on observe souvent entre les deux sexes d'une même espèce. La coloration des individus, dit cet auteur, est en relation directe avec le chimisme nutritif du corps, et si, en général, elle est plus développée chez les mâles, c'est parce que, chez ceux-ci, les organes sexuels accaparent une moins grande proportion de sucs nutritifs. C'est également de la même façon qu'il faudrait

expliquer la disparition ou la réduction, chez les femelles, de certains organes caractéristiques des mâles: bois des Cerfs, crinières des Lions, ergot du Coq, antennes de certains Insectes, etc.

Pour d'autres biologistes, le tissu génital parasite agirait plutôt par une sorte d'infection, en versant ses excréta dans le torrent circulatoire de son hôte. Ce seraient ces excréta qui amèneraient l'apparition des caractères sexuels secondaires; nous verrons, en effet, qu'il suffit d'enlever les glandes génitales, à une certaine époque de la vie, pour voir le dimorphisme sexuel s'atténuer énormément, sans jamais disparaître entièrement toutefois.

Patrick Geddes (1886) a donné le nom de *diathèse sexuelle* et Le Dantec de *virulence du sexe* à l'ensemble des phénomènes qui résultent de l'action nocive du parasite, le germen, sur son hôte, le soma. La théorie explique alors, de la façon la plus simple, les troubles de la *ménopause* chez la femme, par exemple; ces troubles sont analogues, dit Le Dantec, « à ceux que procure aux alcooliques ou aux morphinomanes la suppression brusque du poison auquel ils sont accoutumés ». (1903, p. 198).

Beard exagère encore cette dernière idée; pour lui, ce n'est plus une simple infection, c'est un envahissement réel du soma par le parasite germen; de cet envahissement résulte une lutte où le soma finit parfois par succomber, dans les cas, par exemple, où les cellules sexuelles aberrantes évoluent en tumeurs malignes.

En somme, si l'on se contente de porter sur la théorie du parasitisme sexuel une vue d'ensemble, cette théorie est séduisante; elle est simple, elle explique clairement quelques faits; enfin, elle vient apporter un caractère plus scientifique à certaine École philosophique dont je parlais tout à l'heure. Elle tend à nous montrer, en effet, qu'en définitive les individus n'agissent dans la Nature que pour faire vivre l'espèce. Et c'est ainsi que la science positive viendrait justifier ces paroles de Schopenhauer: « L'amour n'est donc que le « vouloir vivre » de l'espèce, le besoin de se perpétuer aux dépens des illusions et des joies éphémères qu'éprouve l'homme... Les animaux aussi sont dupes de cette mystification de la Nature qui, par l'appât de la jouissance, leur fait croire qu'ils travaillent pour leurs plaisirs individuels, tandis qu'ils ne travaillent, en réalité, que pour les besoins de la perpétuité de l'espèce. »

Mais, pour juger une théorie, la méthode scientifique exige autre chose qu'une vue d'ensemble, et il suffit d'approfondir un peu la théorie du parasitisme sexuel pour voir le vide réel qu'elle renferme.

¹ Des expériences plus récentes de Mattiolo (1900) viennent montrer, cependant, qu'une semblable corrélation n'existe pas toujours lors de la floraison des Légumineuses.

² Nous retrouvons, dans le rôle de ces réserves, l'idée du « superflu de la nourriture » de Buffon.

En y réfléchissant purement et simplement, il y a tout d'abord une chose qui ne manquera pas de frapper. Si l'on veut mettre en évidence tout ce qui sert à la vie de l'espèce, si l'on veut opposer les organes qui servent à la reproduction sexuelle à ceux qui servent à la nutrition de l'individu, pourquoi s'en tenir aux glandes génitales? Est-ce que les mamelles, les glandes odorantes, l'utérus, ne présentent pas aussi un développement exagéré au moment du rut? Logiquement, il faut donc faire aussi, de ces organes, des parasites du soma; mais alors, prenons garde d'être entraînés à considérer l'organisme tout entier comme un parasite de lui-même!

D'un autre côté, lorsque les défenseurs de la théorie nous montrent que, dans un certain nombre de cas, les muscles du tube digestif régressent pendant que les glandes génitales se développent, ces biologistes ne font que mettre en évidence une concordance entre deux ordres de phénomènes. Or, il y a déjà longtemps que Bacon a fait remarquer (*Novum organum*, 1620) que toute concordance, serait-elle constamment observée, n'implique pas forcément une relation de cause à effet entre les deux phénomènes. Mais, du reste, il suffit de jeter un coup d'œil sur le règne animal pour voir que cette concordance entre la maigreur du soma et la présence des réserves nutritives dans les éléments sexuels n'existe pas toujours. Il est à remarquer, en effet, que ce ne sont pas les femelles qui produisent le plus d'œufs ou les plus gros œufs qui deviennent le plus maigres à ce moment. Il est même à remarquer que, des deux sexes, c'est toujours le mâle qui paraît le plus malade au moment du rut, et c'est pourtant l'organisme sexué qui fournit le moins de substances par la formation des produits génitaux.

Enfin, si beaucoup d'individus sont dans un état régressif particulièrement prononcé au moment de la reproduction, c'est également un autre fait d'observation, des plus fréquents, que beaucoup de femelles, les femmes en particulier, sont toujours dans un état de santé meilleur lorsque leurs glandes sexuelles fonctionnent régulièrement, et même lorsqu'elles portent, dans leur sein, un embryon qui lui, pourtant, semble bien, à première vue, agir comme un véritable parasite.

D'un autre côté, si l'on examine les glandes génitales au moment où elles paraissent retirer du soma cette abondance de nourriture qui frappe chez le Saumon, on remarque bien vite que ces glandes ne se conduisent nullement comme des organismes parasites, dont une bonne nutrition augmenterait l'organisation, la force et la vitalité des éléments; elles apparaissent, tout au contraire, comme des organes excréteurs, comme des glandes

holocrines et mérocrines, tout à la fois; elles se comportent de la même façon que les mamelles ou que les glandes sébacées, par exemple, c'est-à-dire comme des organes dont les éléments cellulaires, chargés de produits d'élaboration et rejetés hors de la glande, meurent plus ou moins vite.

Et, pour en revenir au cas du Saumon, si la substance musculaire disparaît en partie, aux époques sexuelles, ce n'est pas parce que les glandes génitales s'en nourrissent; c'est, comme nous le montrerons bientôt, parce que les muscles, ainsi que l'organisme tout entier, sont dans un état de régression malade. Les deux phénomènes concordent, non pas parce que l'un est l'effet de l'autre, mais parce qu'ils dépendent l'un et l'autre d'un état spécial de l'organisme, caractéristique de chaque poussée sexuelle, et que nous aurons bientôt à mettre en évidence.

Qu'il y ait maintenant relation intime entre le fonctionnement des glandes génitales et l'organisme, que certains phénomènes du soma soient sous la dépendance du germen, cela est indéniable. Mais nous verrons que les glandes génitales agissent ainsi comme des glandes à sécrétion interne; il n'y a pas plus à parler, pour elles, d'action parasitaire que pour toute autre glande à sécrétion interne de l'organisme, pour le foie ou pour les capsules surrénales, par exemple.

§ 2. — Théorie métabolique.

Une autre théorie de la sexualité, que l'on trouve défendue également en France, a été exposée de la façon la plus claire dans le petit livre de Geddes et Thomson intitulé *L'Évolution du sexe* (1892). On rencontre bien encore, dans cette théorie, quelque chose des idées précédentes; par exemple, la sexualité y est toujours représentée comme une fonction de l'espèce; mais, au lieu de trouver un antagonisme plus ou moins grand entre les fonctions conservatrices de l'individu et les fonctions conservatrices de l'espèce, les auteurs y voient un parallélisme de développement complet.

A l'exemple de Th. Schwann, Geddes et Thomson donnent le nom de *métabolie* ou de *métabolisme* à l'ensemble des phénomènes de changement qui se produisent continuellement dans l'intérieur des cellules d'un organisme. Si ces changements sont déterminés par l'arrivée de nouveaux matériaux nutritifs, ils constituent ce qu'on appelle l'*anabolie*; si, au contraire, ils résultent du rejet, hors de la cellule, de substances faisant partie primitivement de sa constitution, ils forment la *catabolie*¹.

¹ Comme le fait remarquer Yves Delage, ces expressions, employées couramment par les biologistes anglais, ne sont qu'une autre forme des vieux mots français: *nutrition* (métabolie), *assimilation* (anabolie) et *désassimilation* (catabolie).

Geddes et Thomson remarquent ensuite que « le fait essentiel de reproduction est la séparation d'une partie de l'organisme parent pour commencer une vie nouvelle ». « La division cellulaire, qui est parfois le résumé de l'acte de la reproduction et qui l'accompagne toujours, se produit dans une crise catabolique. » Dès lors, ces auteurs concluent que la reproduction a pour cause une rupture de l'équilibre vital, caractérisée par une prépondérance relative de catabolisme. Et c'est pour cela que la reproduction est toujours liée à la mort.

Nous verrons combien ces propositions sont justifiées dans leur ensemble. Mais on a remarqué, sans doute, qu'elles ne font qu'approcher de plus près la solution du problème. « La reproduction commence par une rupture, par une crise catabolique », disent les auteurs. Cela est très vrai, mais pourquoi cette rupture, quelle est la cause de la crise catabolique? C'est à cette question qu'il fallait répondre et c'est ce que Geddes et Thomson n'ont pas fait.

D'un autre côté, la théorie, ramenant toujours la sexualité à l'espèce, n'explique pas davantage (ou fait intervenir une finalité douteuse) la quantité énorme de produits rejetés hors des organismes par les fonctions sexuelles sans profit direct pour la vie de l'espèce : les milliers d'ovules et de spermatozoïdes qui ne se rencontreront jamais, les sécrétions chimiques des glandes génitales, des oviductes, des spermiductes, et des glandes cutanées, dont bien peu serviront à la vie de l'embryon. Elle n'explique pas suffisamment l'accumulation de substances qui se fait autour de la graine dans les fruits charnus, car ces substances ne serviront pas au jeune embryon et leur rôle de protection n'est pas suffisamment manifeste quand on compare ces sortes de fruits aux fruits secs. Enfin, elle reste muette devant ces produits nuisibles que l'on a découverts dans le lait de Mammifères et qui font de cette substance, comme nous le montrerons plus tard, un produit d'excrétion plus ou moins bien adapté à la vie de l'embryon.

Poursuivons, cependant, l'exposé de cette théorie intéressante à plus d'un titre.

De même que les fonctions de l'individu se divisent en anaboliques et en cataboliques, de même, disent Geddes et Thomson, les fonctions de l'espèce se divisent en femelles, caractérisées par la prépondérance de l'anabolie, et en mâles, caractérisées par la prépondérance de la catabolie.

Partant de ces idées, que Geddes et Thomson résument dans un diagramme, il est alors facile d'expliquer les deux sexualités. Elles résulteraient de la désharmonie d'un état hermaphrodite primitif : les organismes qui se sont trouvés mal nourris sont restés petits, toujours en quête de

nourriture, et ont formé les mâles ; au contraire, les organismes bien nourris sont devenus plus gros, ont manifesté une tendance de plus en plus grande vers l'inactivité et sont devenus les femelles.

Les éléments sexuels ne font que répéter ce dimorphisme en l'exagérant encore. « Les petites cellules mâles affamées recherchent les cellules femelles grandes et bien nourries, dans le but de la conjugaison, but pour lequel les dernières, plus grandes et mieux nourries, ont pour leur part moins d'inclination¹. » Et alors Geddes et Thomson nous donnent un autre diagramme, dans lequel on voit les deux éléments sexuels, partant d'un type cellulaire commun, évoluer dans deux directions différentes : l'ovule dans la voie de l'anabolie, le spermatozoïde dans celle de la catabolie, puis se retrouver au bas de leur course pour s'unir par l'acte de la fécondation.

Certes, cette théorie est très simple, mais elle se trouve malheureusement en opposition avec quelques faits. En effet, les organismes mâles ne sont pas toujours les plus petits, et, par contre, beaucoup de femelles montrent, au moment du rut, autant ou même plus d'activité que les mâles. Puis il n'est pas exact de dire que l'œuf est une cellule affamée qui, lors de la fécondation, phagocyterait, c'est-à-dire mangerait le spermatozoïde. S'il en était ainsi, on devrait se demander, tout d'abord, comment une cellule, chargée de substances nutritives qu'elle va utiliser tout à l'heure, peut se trouver affamée. Un des partisans de la théorie, Lebrun, répond à cette objection, mais vraiment sa réponse n'est pas suffisante ; c'est parce que, dit-il (1902, p. 76) « le cytoplasma et le noyau (de l'œuf), quoique se trouvant plongés dans des milieux nutritifs abondants, s'y sont tellement habitués, que leur assimilation se trouve ralentie et devient même impossible ». L'observation montre nettement, du reste, que le spermatozoïde, lors de la fécondation, au lieu d'être digéré par le protoplasma ovulaire, acquiert, au contraire, une nouvelle puissance vitale, puisqu'on le voit se diviser cinétiquement et cela souvent d'une façon indépendante du noyau ovulaire².

On peut renverser les termes, il est vrai, et dire, avec d'autres défenseurs de cette théorie : c'est le spermatozoïde qui est la cellule affamée et qui va vers l'œuf, attiré par les substances nutritives que cet œuf contient. Mais, là encore, quelques faits vont à l'encontre de cette proposition. Chez un certain nombre de types végétaux inférieurs (*Vaucheria*,

¹ Rolph, cité par Geddes et Thomson, p. 167.

² Lebrun (1902, p. 82) conteste, il est vrai, la réalité de cette indépendance, affirmée par d'autres observateurs ; cela n'enlève rien au fait essentiel pour nous, qui est le retour du spermatozoïde à l'activité cinétique.

Oëdognium, Coleochaete et Coridée), on voit les cellules femelles pourvues d'appareils collecteurs des anthérozoïdes. Et chez certains animaux, tels que les Myriapodes, le spermatozoïde est immobile; c'est l'œuf lui-même qui va le chercher, lors de la fécondation, par le moyen d'une sorte de pseudopode (Silvestri, 1898).

Enfin, Léger (1904) a montré que, chez les Grégarines, c'est l'élément mâle, toujours mobile, qui est chargé des réserves nutritives, tandis que l'ovule est plus petit et beaucoup moins chargé de vitellus, tout en restant passif au moment de la fécondation.

Les deux théories que nous venons d'exposer, celle du parasitisme sexuel et la théorie métabolique, se rapprochent en plusieurs points, en particulier, de la conception de structure des éléments sexuels. Pour l'une comme pour l'autre théorie, les éléments ovule et spermatozoïde ne renferment que des demi-noyaux; la fécondation a pour but de rétablir, dans le noyau de l'œuf, le nombre normal de chromosomes qui avait été diminué de moitié par la réduction chromatique.

Nous aurons à étudier plus tard ce dernier phénomène, que la théorie est amenée à considérer comme la raison d'être de la sexualité; mais nous devons dire dès maintenant que les dernières découvertes lui ont enlevé beaucoup de son importance et de sa signification. D'abord, on a bientôt remarqué que le nombre des chromosomes sexuels ou la quantité de chromatine restée dans les éléments fécondants ne sont pas toujours constants chez le même animal; chez la souris, par exemple, Sobotta a observé l'élimination tantôt d'un seul globule polaire, tantôt de deux; le même auteur voit osciller le nombre des chromosomes entre 12 et 15; Tafani, toujours sur la souris, en compte 20, et enfin Holl va jusqu'à 24 (v. Kulagin, 1898).

Puis on a trouvé que des phénomènes de réduction chromatique se produisaient dans d'autres cellules que celles des tissus génitaux. Depuis 1898, en effet, des biologistes anglais: Farmer, Moore, Walker (Voir Bashford, 1904, p. 19), ont signalé, à plusieurs reprises, le fait que cette réduction se présente dans les éléments du cancer chez l'homme, exactement, disent-ils, de la même façon que chez les spermatozoïtes ou les cellules-mères des plantes.

Faut-il voir dans ces derniers faits l'origine des idées de Beard, dont nous avons parlé plus haut? Je ne sais. Dans tous les cas, remarquons la force des idées préconçues. On a vécu, depuis plusieurs années, dans cette notion que la réduction chromatique est la caractéristique de l'élément sexuel. Un beau jour, on s'aperçoit que ce

phénomène se produit aussi dans les cellules du cancer; immédiatement on fait, de ces dernières, des cellules sexuelles ou, du moins, des cellules renfermant la nature de la sexualité. C'est ici encore que Bacon pourrait apprendre à ces biologistes que la concordance qu'ils constatent peut résulter d'une même cause sans avoir nullement la signification d'une parenté réelle. Du reste, à la même époque, mais à l'autre extrémité de l'Europe, un Russe, Kulagin (1898), montrait que les cellules des disques imaginaires, chez les Hyménoptères, contiennent une fois plus de chromatine que les cellules définitives qui en dérivent. Le phénomène des métamorphoses s'accompagnerait donc, lui aussi, des mêmes phénomènes de réduction chromatique.

Enfin, d'autres observations viennent comme à plaisir, nous apporter la contre-partie de la théorie que je discute ici, c'est-à-dire pour nous montrer que, chez certains types, les éléments fécondants peuvent parfaitement jouer leur rôle, sans présenter aucune trace de réduction chromatique véritable. Dans les Chlamydomonas, par exemple, famille de Volvocinées chez lesquels la reproduction sexuelle se présente de la façon la plus simple, les éléments reproducteurs ont une structure et un mode de formation identiques à ceux des zoospores asexuées. De plus, le nombre des chromosomes se maintient *constant* au cours des diverses générations asexuées et sexuées: « dans le genre *Chlorogonium*, le noyau des gamètes (éléments sexuels) renferme une dizaine de chromosomes comme celui des zoospores ordinaires » (Dangeard, 1898). Il en est de même pour les Grégarines étudiées par Léger (1904), chez lesquelles l'auteur a vu que les gamètes « ne montrent pas, au cours de leur développement, de réduction chromatique ».

§ 3. — Théorie de l'autophagie sexuelle.

Dans ces derniers temps, un botaniste français, Dangeard (1898), reprenant une idée émise, dix ans auparavant, par un hollandais, Van Rees (cité par Delage 1895, p. 323), a émis une théorie de la sexualité qui se relie par quelques points à la théorie précédente.

Dangeard suppose d'abord que la nutrition animale n'était, au début de la vie, qu'une sorte d'incorporation directe, s'effectuant entre des protoplasmas de composition identique. Il considère ensuite la reproduction sexuelle comme n'étant qu'une modification de cette autophagie primitive et son apparition comme déterminée par une interruption dans la nutrition ordinaire. Considérant, par exemple, les Algues et les Champignons, il montre la sexualité remplaçant ou suppléant l'enkystement. Avant de passer à l'état

de repos, dit-il, le protoplasma, ne trouvant pas dans son milieu les réserves qui lui sont nécessaires pendant la période de jeûne, procède par « autophagie »; deux individus se mangent réciproquement pour le bien commun »; c'est là ce que Dangeard appelle l'autophagie sexuelle.

Comme Geddes et Thompson, Dangeard établit un parallèle entre la sexualité et la nutrition :

« L'autophagie sexuelle et la nutrition animale représentent donc, écrit-il, des modifications de l'autophagie primitive; elles ont conservé des caractères communs : il y a incorporation de protoplasma dans un autre; l'affinité qui préside à la réunion des éléments reproducteurs rappelle celle qui permet à un organisme de faire un choix dans ses aliments; elle rappelle aussi l'attraction qui dirige un parasite vers son hôte. »

On le voit, cette théorie n'est jusqu'ici qu'une ampliation de la théorie précédente; comme elle, elle n'a guère en vue que les éléments sexuels; comme elle, elle n'explique guère que la fécondation; par suite, elle est passible des mêmes critiques. Il y a, cependant, dans cette théorie une idée nouvelle qui me paraît beaucoup plus conforme aux faits que les théories précédentes. Au lieu de voir, dans la réduction chromatique, la raison d'être de la sexualité, cette réduction n'en est, au contraire, pour Dangeard, qu'une conséquence; cette conséquence est nécessaire, du reste, puisque, sans elle, le nombre n des chromosomes doublerait à chaque génération sexuelle. Dans la fécondation, au contraire, ce sont des noyaux normaux qui s'unissent; le noyau sexuel est, par conséquent, un noyau double, et ce ne sera que plus tard, à un état plus ou moins avancé du développement, que l'on verra, dans certaines cellules du nouvel organisme, une réduction chromatique se produire; c'est ce qui se produira, par exemple, pour les cellules destinées à devenir des éléments sexuels. Mais, si Dangeard montre la raison d'être de cette réduction, il n'en montre ni la cause ni la signification physiologique. Aussi la théorie de l'autophagie sexuelle, comme celle du métabolisme, ne fait que s'approcher plus ou moins près de la solution du problème sexuel, sans la résoudre complètement.

§ 4. — Théorie chimique de Keiffer.

Pour en finir avec ces théories générales de la sexualité, il me reste à parler d'un *Essai de physiologie sexuelle générale* dû à un Belge, Keiffer (1897). Cet essai, qui ne manque vraiment pas d'originalité, est basé sur une idée, que l'on retrouve comme base de raisonnement pour expliquer la psychologie des sexes, dans un petit livre d'un médecin français, Joanny Roux (1898).

D'après Keiffer, la vie génitale, dans ses manifestations générales, nutritives, et dans ses manifestations locales, sexuelles, serait sous la dépendance d'une sécrétion génésique interne, élaborée par tous les tissus de l'organisme. Cette substance génésique, sur la nature de laquelle l'auteur ne nous renseigne pas malheureusement, exciterait la nutrition générale suivant un type chimique déterminé; elle exciterait en même temps l'activité spéciale de la glande sexuelle, l'ovaire ou le testicule; enfin, elle s'éliminerait par l'utérus chez la femme, par la prostate chez l'homme. Le liquide menstruel et le liquide prostatique seraient ainsi l'expression ultime de la sécrétion d'une substance génésique interne et de son excrétion par les émonctoires sexuels, utérus et prostate. Ces deux organes sont, en effet, des organes homologues et peuvent être considérés comme des organes à fonctions glandulaire aussi bien que musculaire.

Mais Keiffer considère que ce n'est pas seulement l'appareil génital qui est le dépositaire exclusif de la fonction sexuelle; pour lui, tous les tissus interviendraient aussi dans la succession des phénomènes dont la fécondation est le but essentiel.

On le voit, cette théorie est justement la contrepartie de celle du parasitisme sexuel. Ici ce n'est plus le germe qui va influencer le soma; de toutes les parties de ce dernier sortirait, au contraire, une substance excitante qui s'éliminerait par les organes génitaux. L'idée qui a guidé Keiffer aurait pu être féconde entre les mains d'un biologiste, mais un médecin ne pouvait guère envisager que l'homme ou les Vertébrés supérieurs. C'est ainsi que la théorie de Keiffer, partant d'une vue d'ensemble que nous retrouverons sous une forme plus précise dans nos leçons, vient aboutir à une conception étroite, qui laisse de côté les phénomènes essentiels de la sexualité.

II. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

L'étude historique par laquelle j'ai voulu commencer ces leçons sur la sexualité ne doit pas être une simple manifestation d'érudition. Cette étude nous a déjà fait connaître, en effet, les principaux points de la question; elle nous a montré en même temps des opinions d'inégale valeur; elle a reflété plus ou moins justement, devant nous, les errements de temps passés dont nous sommes toujours les tributaires; enfin, elle nous a fait revivre avec des esprits philosophiques, avec des hommes avides de savoir, et, avec ceux-là, il est toujours profitable de venir passer quelques heures de sa vie.

Ce qui frappe le plus, sans doute, dans cet historique, c'est la discontinuité que l'on trouve dans

les esprits et dans les idées, c'est l'abandon de théories anciennes venant réapparaître, plus ou moins modifiées, dans les siècles suivants.

Mais il en est de cette question comme de toutes les autres en science, et j'aurais certes commis une erreur si j'avais présenté l'évolution des idées sur la sexualité sous la forme de l'arbre symbolique, dont les branches, de plus en plus touffues, vont étendre au loin leur ombre bienfaisante. La science ne progresse que par les hommes; or, les hommes dépendent d'abord de leur hérédité et de leur éducation; ils sont liés ensuite à la marche même des grandes découvertes qui viennent, tout à la fois, donner un nouvel essor à la science, en même temps, malheureusement, qu'elles endiguent, trop longtemps et trop exclusivement surtout, la direction des recherches.

A l'époque où l'on ne connaissait guère que des humeurs dans les organismes, la sexualité ne fut expliquée avec les Anciens que par le mouvement de ces humeurs (Hippocrate) ou par l'intervention de forces particulières contenues dans ces humeurs (Aristote). Il en fut ainsi pendant plus de deux mille ans, car c'est seulement au XVIII^e siècle que la découverte des ovules et des spermatozoïdes vint détourner pendant un certain temps toute l'attention des savants. Les exagérations des ovistes et des spermistes permirent à Buffon de faire revivre tout la fois, dans son système, les humeurs d'Hippocrate et les particules représentatives d'Aristote. Mais, dans le cours du XIX^e siècle, à la suite de la découverte des phénomènes intimes de la fécondation, on revint avec ardeur à l'étude des éléments sexuels et aux explications purement mécaniques de la fécondation et de l'hérédité. Dès lors, on ne s'occupa plus guère que de ces questions et, encore aujourd'hui, pour beaucoup d'esprits, la sexualité n'est représentée que par les éléments fécondants, et les fonctions sexuelles que par la fécondation.

Cependant les théories humorales ne faisaient que sommeiller. Après une vogue d'un moment, avec Brown-Séguard, elles semblent reprendre actuellement un nouvel essor; cela se produit à la suite des études histo-chimiques des sécrétions génitales et des corrélations si frappantes que l'on découvre entre le fonctionnement du testicule et de l'ovaire et la formation des caractères sexuels secondaires.

En somme, la discontinuité dont je parlais tout à l'heure a été plus apparente que réelle. Aujourd'hui, comme au XVIII^e, comme au XVII^e siècles et même comme au temps des anciens Grecs, si proche de nous, malgré les siècles écoulés, les idées courantes sur la sexualité partagent encore les hommes en deux grands courants: les uns en tiennent toujours, au fond, pour Hippocrate et ses

humeurs; les autres parlent de forces, d'énergies, de particules représentatives qui rappellent de bien près les « esprits » et les « forces formatives » d'Aristote.

L'ancienneté et la persistance à travers les âges de ces deux courants d'idées sont une constatation intéressante. Elle reflète d'abord certainement une double direction dans l'esprit des hommes qui se sont occupés de ces questions. On peut remarquer, en effet, que, chez nous du moins, les médecins se rangent plus volontiers du côté d'Hippocrate, alors que les philosophes et les biologistes purs tiennent davantage d'Aristote. Mais cette constatation peut et doit signifier aussi que les deux systèmes renferment l'un et l'autre quelque chose de vrai. Un philosophe n'a-t-il point dit: « Les principes les plus opposés contiennent toujours une certaine quantité de cette vérité qui est éparse partout, condensée dans une formule. »

Donc, loin de combattre ces deux grands courants qui se manifestent encore aujourd'hui dans les questions sexuelles, je m'efforcerai de découvrir et de mettre en évidence les liens qui doivent les unir.

J'essayerai, avant tout, de grouper en un seul ensemble toutes les questions diverses qui s'agitent isolément autour du mot sexualité: l'origine du sexe, le dimorphisme sexuel, les phénomènes du rut, la fécondation, l'hérédité, le déterminisme des sexes, l'instinct génital, l'amour maternel, etc. Autant de points que l'on spécialise actuellement dans la science et qui, pourtant, sont, sans aucun doute, dépendants les uns des autres, du moins dans une certaine mesure, qu'il s'agira pour nous de déterminer.

Une autre erreur des méthodes actuelles est, nous l'avons vu, de considérer les fonctions sexuelles, non pas par rapport à la vie de l'individu qui présente ces fonctions, mais par rapport à la vie de l'espèce à laquelle appartient cet individu. La conséquence de cette méthode est la tendance à ne voir, dans la sexualité, que les seuls éléments fécondants, et, dans la fécondation, que la seule fonction importante de la sexualité.

Cette manière de considérer la question est due sans doute aux progrès de la technique histologique et aux nombreuses découvertes morphologiques que cette technique nous a fait connaître, sans plus de profit, du reste, pour la connaissance réelle des phénomènes. Mais elle reflète toujours aussi ces temps où l'espèce apparaissait aux yeux des philosophes comme une sorte de divinité jalouse pour laquelle les individus étaient sacrifiés.

Certes, beaucoup de biologistes, ceux qui ne restent pas cantonnés dans les courtes vues des spécialisations, tendent de plus en plus à ne voir dans la

Nature que des individus; mais il en est d'autres aussi qui continuent à vivre sur les errements d'un Transformisme mal compris; ce sont, avant tout, ceux qui demandent seulement à une idée nouvelle d'être claire, simple, vraisemblable.

Je crois que la meilleure méthode, actuellement la plus profitable pour étudier la sexualité, est, sans méconnaître aucune œuvre du passé, de considérer ce grand problème par rapport à l'individu, c'est-à-dire de prendre pour guide la Nature qui nous montre, dans les sécrétions génitales et dans la lactation, par exemple, des fonctions intéressant nécessairement l'individu avant de s'adresser à ses enfants. Nous étudierons donc tout d'abord ici les phénomènes du rut, aussi bien ceux qui se laissent voir immédiatement dans les organismes que ceux qu'il faut aller chercher profondément dans l'intimité même des tissus; non seulement nous étudierons ces phénomènes en eux-mêmes, mais encore et surtout dans leurs rapports avec les autres fonctions de l'individu.

Dans cette étude, nous rencontrerons évidemment les éléments sexuels; mais, dans leur formation, nous ne verrons qu'un des effets, qu'une des manifestations du rut, contrairement aux idées de ceux qui ne veulent voir, dans ces éléments, que la raison même de la sexualité. C'est seulement alors que, suivant la destinée de ces éléments, nous

rencontrerons l'espèce sur notre route. Autrement dit, notre étude de la sexualité aura l'individu comme point de départ et l'espèce comme aboutissant.

Comme je le disais tout à l'heure, pour mener à bien ce programme, je tâcherai de ne rien négliger des connaissances antérieurement acquises. Car il serait bien orgueilleux et un peu naïf celui qui, à notre époque, prétendrait pouvoir émettre une théorie générale, vraiment utile à la marche de la science, sans tenir compte de tout ce qui a été fait avant lui. Rassembler simplement des faits observés et les grouper en un certain ordre peut déjà servir à la découverte de vérités inconnues; c'est là, disait notre grand Lamarck, « dans l'étude de la Nature, la tâche que doit s'imposer, d'une manière inébranlable, quiconque se dévoue à concourir à ses véritables progrès » (1802).

Ainsi donc, prenant pour base de nos raisonnements la connaissance des faits connus, appliquant à l'explication et à la coordination de ces faits les données fournies par nos recherches particulières, nous espérons pouvoir présenter maintenant une conception nouvelle de la sexualité de laquelle sera exclu tout raisonnement purement hypothétique.

D^r Gustave Loisel,

Préparateur d'Embryologie générale
à la Faculté des Sciences de Paris.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PHYSIOLOGIQUE

DEUXIÈME PARTIE : DIGESTION, SANG, URINE

Dans un premier article¹, nous avons passé en revue les travaux récents relatifs aux constituants du corps, aux aliments et aux diastases; nous terminerons par l'exposé des recherches consacrées à la digestion, au sang et à l'urine.

I. — LA DIGESTION.

On sait quelle impulsion nouvelle ont reçue, au cours de ces dernières années, les recherches sur la digestion, principalement sous l'influence des travaux de l'École de Pawlow, complétés et étendus surtout par les physiologistes français et anglais. C'est tout particulièrement la question des diastases digestives, de leur sécrétion, des conditions de leur action dont l'aspect s'est profondément modifié. La *Revue* a rendu compte à plusieurs reprises de cet ensemble de recherches; mais le côté plus spé-

cialement chimique du problème, à savoir la question des produits de la digestion, de la position chimique de ces produits, a été également l'objet d'un grand nombre de travaux. Ce sont ces recherches que nous résumerons ci-après.

§ 1. — Action de la pepsine et de la trypsine sur les matières albuminoïdes. Les polypeptides et les kyrines. Les polypeptides de synthèse.

La position donnée par la théorie de Kühne à cette question de la digestion pepsique et tryptique des albumines est aujourd'hui classique: Ces substances sont constituées par l'association d'un groupe *hémi* et d'un groupe *anti*, déjà distingués par Schützenberger. Dans la digestion pepsique, ces deux groupes restent unis, et l'albumine est successivement transformée en acidalbumine, en albumoses primaires et secondaires, puis en une peptone, laquelle est une *amphopeptone*, car elle contient encore les deux groupes *hémi* et *anti*. En

¹ Voir la *Revue* du 15 janvier, t. XVI, p. 19 et suiv.

effet, la digestion tryptique en fait sortir l'anti-peptone résistante, tandis que le groupe *hémi* se disloque en donnant des produits cristallisables abiurétiques (amino-acides). Or, ce tableau schématique est allé se modifiant peu à peu sur les points que voici :

1° Le nombre des albumoses pepsiques, tant primaires que secondaires, est bien plus considérable qu'on ne le croyait, ainsi qu'il ressort des travaux faits par l'École de Hofmeister à l'aide de la méthode de précipitation fractionnée par les sels¹. Dans un exposé d'ensemble consacré récemment par Hofmeister à l'étude des matières albuminoïdes, on relève un total provisoire de dix fractions, qui diffèrent nettement par leur composition centésimale, leurs réactions colorées, etc. Ainsi, l'une d'elles est très riche en soufre (thio-albumose), une autre très riche en glucose (gluco-albumose). Ce n'est donc pas toute la molécule albumine qui passe peu à peu par les divers stades *albumoses*; en réalité, il y a dédoublement en fragments différents, dont chacun ne contient plus qu'une partie des noyaux associés dans la molécule primitive².

2° Quant aux peptones pepsiques et tryptiques, leurs caractéristiques essentielles étaient pour Kühne les suivantes : Ce sont des corps biurétiques, solubles dans les solutions saturées de sulfate d'ammonium et résistant respectivement à toute action ultérieure de la pepsine et de la tryptine.

Occupons nous d'abord des peptones pepsiques. Que de tels composés prennent naissance sous l'action de la pepsine, c'est ce que démontre ce fait que, même prolongée au delà d'une année, la digestion pepsique laisse toujours subsister la réaction du biuret. Mais rien ne prouve que les peptones pepsiques décrites jusqu'à présent — y compris celle dont il sera question plus loin — présentent ce caractère de produit *final* de la digestion. Il est probable, en effet, qu'il se produit une succession de corps à caractères de peptones, car nous verrons plus loin que les peptones nous apparaissent comme une association d'amino-acides, et comme, durant toute la digestion pepsique, la production d'amino-acides libres est un phénomène continu, celle des peptones apparaît corrélativement comme un effeuillage progressif de molécules qui, d'abord plus compliquées, engendrent des peptones de plus en plus simples à mesure que se continue le déta-

chement et la mise en liberté des amino-acides. E. Fischer a réalisé artificiellement ce phénomène dans des expériences que nous retrouverons plus loin.

Cela posé, remarquons d'abord que l'amphopeptone de Kühne est sûrement un mélange très complexe. Fränkel et Langstein en ont isolé jusqu'à quatre substances différentes, dont deux peptones; E. P. Pick, Siegfried¹ et ses élèves distinguent également deux peptones pepsiques. Il semble que ce soient les peptones de Siegfried, isolées à l'aide d'une méthode spéciale à l'alun de fer ammoniacal, qui présentent le plus de garantie de pureté. Hammarsten les considère comme des individus chimiques définis. Les deux variétés α et β obtenues en partant de la fibrine ont pour formule minima $C^{24}H^{31}Az^6O^0$ et $C^{24}H^{30}Az^6O^{10}$. Elles paraissent dériver l'une de l'autre par perte ou gain d'une molécule d'eau; elles donnent la réaction du biuret et celle de Millon; elles présentent le caractère d'acides et sont dédoublées par la tryptine en arginine, amino-acides (parmi lesquels la totalité de la tyrosine et beaucoup d'acide glutamique) et en deux anti-peptones. Elles seraient donc bien une amphopeptone au sens de Kühne, avec cette correction qu'il existerait dans l'albumine deux groupe *anti* et non pas un seul comme le pensait Kühne. Mais on ignore si ces peptones sont le produit *final* de l'action de la pepsine. L'étude approfondie des produits biurétiques *terminaux* fournis par la digestion pepsique des matières albuminoïdes bien pures, de préférence de matières albuminoïdes cristallisables, reste donc une question ouverte. Il est certain que, pour des raisons bien connues, la fibrine constituait à cet égard une matière première mal choisie.

En ce qui concerne les *peptones tryptiques* ou anti-peptones, le problème est encore plus délicat. Depuis que Morochowetz, Siegfried² et d'autres observateurs ont vu que, par une digestion tryptique active, on réussit à faire disparaître complètement la réaction du biuret, on peut dire avec L. Langstein³ qu'au sens où l'entendait Kühne, il n'existe pas de peptone tryptique, c'est-à-dire de corps biurétiques représentant un produit *final* de l'action diastasique. Les anti-peptones ne sont que des produits de transition, qui, dès lors, ne peuvent

¹ FRÄNKEL et LANGSTEIN : *Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. z. Wien; Math. naturwiss. Kl.*, t. CX, II b., p. 243. — LANGSTEIN : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. I, p. 507, 1902 et t. II, p. 229, 1902. — E. P. PICK : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXIV, p. 267, 1898. — M. SIEGFRIED : *Ibid.*, t. XXXV, p. 164, 1902, et t. XXXVIII, p. 299, 1903. — C. KORKEL : *Ibid.*, t. XXXVIII, p. 269, 1903. — TH. KRÜGER : *Ibid.*, t. XXXVIII, p. 320, 1903.

² SIEGFRIED : *Ibid.*, t. XXXV, p. 168, 1902.

³ L. LANGSTEIN : *Biochemisches Centralbl.*, t. II, p. 97, 1903-1904 (ce travail est une revue générale de la question des peptones).

¹ Les critiques faites à cette méthode ont été réfutées par A. Gautier et par E. Zunz. Voy. à ce sujet les exposés de Zunz (*Ann. de la Soc. des Sciences méd. et nat. de Bruxelles*, t. IX, fasc. 2-3, 1900, et *Journ. méd. de Bruxelles*, 1901, p. 637).

² Pour le détail de ces travaux, voy. l'exposé de Hofmeister (*Ergebnisse der Physiol.*, I. *Biochemie*, 1902, p. 778) et celui de Zunz (*Ann. de la Soc. des Sciences nat. et méd. de Bruxelles*, t. XI, fasc. 1, 1902).

arrive même que les rendements s'améliorent à mesure que le produit se complique. Déjà E. Fischer et ses collaborateurs se sont élevés jusqu'au tétraglycolyl-glycocolle, soit donc à un pentapeptide de formule : $AzH^2.CH^2.CO.(AzH.CH^2.CO)^3.AzH.CH^2.COOH$, en passant par des tri- et des tétrapeptides. Parmi ces composés, les uns sont simples, c'est-à-dire constitués par l'association de plusieurs radicaux d'un même acide, comme le penta-peptide ci-dessus ou la *leucyl-leucine*, les autres mixtes, c'est-à-dire formés par l'association de radicaux d'acides différents, comme la *leucyl-tyrosine*, la *dileucyl-phénylalanine*, la *leucyl-glycocolyl-phénylalanine*, etc. Plus récemment, E. Fischer et Abderhalden ont pu introduire aussi dans ces composés l'acide α -pyrrolidine-carbonique, qu'ils proposent de désigner sous le nom abrégé de *proline*, et à préparer par exemple la *leucyl-proline*. Il est vraisemblable que l'on réussira également à insérer dans ces chaînes des acides oxyaminés comme la sérine, ou des acides diaminés comme l'arginine, et à atteindre ainsi des produits se rapprochant de plus en plus des peptones. Déjà les plus compliqués d'entre ceux que l'on vient de citer présentent avec les peptones des analogies visibles. Ils donnent la réaction du biuret, sont précipités par l'acide phosphotungstique, et quelques-uns d'entre eux sont dédoublés par la trypsine. De plus, selon que l'on part de produits racémiques ou actifs, on obtient des composés différents.

5° Enfin, aux polypeptides naturels se rattachent les *kyrines*, récemment découvertes par Siegfried¹, et qui se placent aussi entre les peptones et les amino-acides. Siegfried a obtenu la première d'entre elles, la *glutokyryne*, par une hydrolyse ménagée de la gélatine-peptone, ou plus simplement de la gélatine, en présence de l'acide chlorhydrique à 12,50 % pendant 12 jours à 38°. La glutokyryne renferme $C^{21}H^{30}O^8Az^2$. Sa solution est fortement alcaline et donne la réaction du biuret. Le sulfate, le phosphotungstate — ce dernier est cristallisé en fines aiguilles — et le dérivé naphthalène-sulfoné² ont donné des résultats concordants. Le corps est donc bien un individu chimique défini. Par hydrolyse acide, il est dédoublé en arginine, lysine, acide glutamique et glycocolle, les deux tiers de

l'azote provenant des diamino-acides. La fibrine a donc donné une substance analogue.

L'intérêt de cette découverte consiste en ceci qu'elle vient, dans une certaine mesure, à l'appui de la théorie de Kossel sur la structure des matières albuminoïdes. Partant de ses travaux sur les protamines, qu'il considère comme de « petits albuminoïdes », Kossel suppose que les matières albuminoïdes contiennent toutes un noyau de protamine, autour duquel viennent se rattacher les divers autres groupements constituant la molécule. Contre cette théorie, Hofmeister¹ avait élevé des critiques sérieuses et il avait conclu que les protamines apparaissent plutôt comme un produit de l'activité spéciale des glandes spermatiques, et non point comme le noyau primitif des divers albuminoïdes. Or, bien que les kyrines représentent une molécule bien plus petite que celle des protamines, l'analogie entre ces deux classes de composés est frappante, et, si les albumines ne contiennent pas, sans doute, comme le voulait Kossel, un noyau de protamine, elles renferment du moins ce noyau de kyrine, fortement basique comme celui des protamines et dans lequel les acides diaminés constituent la masse principale.

On voit combien toutes ces constatations modifient l'ancien tableau de la digestion pepsique et trypsique. On considérerait volontiers la peptone comme l'aboutissant final et unique du travail de la pepsine. Nous voici loin de compte, puisque, dans la digestion pepsique *in vitro* de la sérum-albumine cristallisée, E. Zunz² a établi que, sur 100 parties d'azote contenues dans la matière protéique, on en trouve, après 8 heures, 69 dans les albumoses, 28 dans les corps non précipitables par l'acide phosphotungstique (monamino-acides, etc.) et 2,6 seulement dans les peptones. Même après 30 jours, les peptones ne représentent encore que la moitié environ des produits de la digestion, le reste étant constitué surtout par des corps abiurétiques. Pour la digestion trypsique, l'interprétation physiologique du phénomène est encore plus difficile, puisque là la peptone n'est plus qu'un produit de transition vers les corps abiurétiques. D'ailleurs, le problème physiologique s'est compliqué parallèlement, puisqu'on ignore si l'absorption des protéiques a lieu à l'état d'albumines primitives, d'albumoses, de peptones, ou de produits cristallisables, ou bien dans quelle mesure ces divers modes de pénétration ont lieu simultanément. Les mots de peptone et de peptonisation n'ont plus de sens précis en Physiologie.

¹ M. SIEGFRIED : *Chem. Centralbl.*, 1903, I, p. 1144.

² Notons ici l'emploi de plus en plus fréquent, en Chimie physiologique, du chlorure de l'acide β -naphthalène-sulfonique, qui donne avec les amino-acides, les oxyamino-acides et les combinaisons du type du glycolyl-glycocolle des combinaisons peu solubles et bien caractérisées (E. FISCHER et P. BERGELL : *D. chem. Gesellsch.*, t. XXXV, p. 3779, 1902). On s'en est servi notamment pour extraire de l'urine de petites quantités de cystine (ABDERHALDEN, *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXVIII, p. 557, 1903) et d'acides divers tels que le glycocolle, la leucine (IGNATOWSKI : *Ibid.*, t. XLII, p. 384, 1904).

¹ Voyez l'exposé d'ensemble de Hofmeister (*Ergebnisse der Physiol.*; I, Biochemie, 1902, p. 797).

² E. ZUNZ : *Ann. de la Soc. des Sc. méd. et nat. de Bruxelles*, t. XI, fasc. 1, 1902.

§ 2. — Pseudo-pepsine. Lab et plastéines.
La diastase stéatolytique de l'estomac.

La question de l'existence d'une *pseudo-pepsine*, qui serait sécrétée dans les régions pylorique et fondique de l'estomac, d'après Glässner, est toujours en suspens. Cette diastase agirait encore aisément en milieu alcalin, tandis que l'action de la pepsine est supprimée, sitôt que le milieu cesse d'être acide à la phénolphtaléine (E. Zunz). Klug et Volhard considèrent que l'existence de la pseudo-pepsine n'est pas démontrée. Reach, au contraire, a apporté en faveur de la thèse de Glässner des arguments que Zunz¹ considère comme décisifs.

On reste de même dans l'incertitude quant à la signification du *ferment lab* dans la chimie de la digestion. Meunier a constaté récemment que la faiblesse du pouvoir caséifiant du suc gastrique se rencontre, en général, dans les cas où la diète lactée est mal supportée, tandis que Hawk a vu, au contraire, que *in vitro* le lab retarde notablement la digestion pepsique du lait². C'est surtout l'action de précipitation exercée par le lab sur les solutions de peptones commerciales qui a attiré l'attention des observateurs. La pepsine, la trypsine, la papaïne, comme aussi les sucs d'organes autolysés, exercent la même action, et l'on sait que Danilewski et d'autres observateurs après lui ont vu, dans les précipités ainsi formés, les produits d'une action de réversion exercée par le lab, qui ramènerait les albumoses à l'état d'albumine (voir la *Revue* du 15 décembre 1903, p. 1102). Mais, dans un travail sorti du laboratoire du Professeur Hofmeister, H. Bayer³ vient de montrer que les diverses albumoses de la peptone de Witte n'ont aucun pouvoir plastéinogène, que la substance qui fournit le précipité de plastéine n'est même pas une peptone, mais qu'elle appartient au groupe des peptoïdes de Hofmeister (voir plus haut). L'hypothèse émise par Danilewski n'en conserve pas moins, d'après Bayer, un grand intérêt, étant donnée la grande diffusion dans l'organisme des diastases formatrices de plastéine. Il est possible, en effet, que le rôle de ces diastases soit d'arrêter, en les transformant en substances insolubles, les fragments de matières albuminoïdes de l'ordre des peptoïdes, peut-être même de les condenser en produits plus complexes.

On a dénié pendant longtemps tout *pouvoir stéatolytique* au suc gastrique, jusqu'au moment où Volhard a montré que l'estomac est apte à dédoubler les graisses à condition que celles-ci soient émulsionnées. La graisse contenue dans le jaune d'œuf, notamment, est hydrolysée en deux heures dans une proportion qui peut atteindre 60 %. W. Stade a étudié le mode d'action de cette stéapsine stomacale, qui suit la loi de Schütz-Borissow pour la pepsine⁴.

§ 3. — Les putréfactions intestinales.

On sait que le contenu de l'intestin grêle n'a aucune odeur putride. Il ne renferme pas de produits de la putréfaction des albumines ou à peine des traces. Sa réaction acide est due à des acides gras (acide acétique, lactique, butyrique, formique...), c'est-à-dire à des produits de la fermentation des hydrates de carbone, l'effet de ces fermentations étant précisément de restreindre ou de supprimer complètement la putréfaction des albuminoïdes. Au contraire, dans le gros intestin, on trouve, quoiqu'en petites quantités à l'état normal, des produits tels que le phénol, l'indol, le scatol, l'ammoniaque, témoins de la destruction putréfactive des matières albuminoïdes.

La présence de quantités importantes d'hydrates de carbone est donc une garantie contre cette putréfaction, dont les produits sont sans doute les plus nuisibles pour l'organisme, et l'on explique ainsi la diminution très marquée des putréfactions intestinales au cours du régime lacté. Simnitzki⁵ a repris récemment, sous la direction de Salkowski, l'étude de l'influence exercée sur la putréfaction banale des albumines, par la présence de quantités variables de divers hydrates de carbone. Il a constaté que le lactose est particulièrement efficace dans ce sens, et que les divers sucres agissent de même, dans la mesure où ils fournissent par fermentation des acides, et principalement de l'acide lactique. Il y a donc intérêt à assurer autant que possible dans l'intestin la prédominance aux ferments lactiques, par l'usage de lait caillé par exemple, comme le recommande Metschnikoff.

L'intensité des putréfactions intestinales se mesure, en général, d'après les quantités de phénols et d'indol (indoxyle) éliminées par les urines. Mais Salkowski⁶ vient de montrer tout ce qu'il y a d'incertain dans la manière dont on calcule, d'après l'excrétion de phénol et d'indol urinaires, la quantité de matières albuminoïdes qui, dans l'intestin.

¹ GLAESSNER: *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. I, p. 24, 1901. — KLUG: *Arch. de Pflüger*, t. LXXXV, p. 471, 1901. — VOLHARD: *Munch. med. Wochenschr.*, t. L, p. 2129, 1903. — REACH: *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. IV, p. 139, 1903. — E. ZUNZ: *Biochem. Centralbl.*, t. II, 349, 1904 (Revue générale).

² L. MEUNIER: *Bull. gén. de Thérapeut.*, CXLVII, p. 683, 1904. — P. B. HAWK: *Amer. Journ. of Physiol.*, t. X, p. 37, 1903.

³ H. BAYER: *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. IV, p. 554, 1903.

⁴ W. STADE: *Beitr. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. III, p. 291, 1903.

⁵ SIMNITZKI: *Zeitschr. f. Physiol. Chem.*, t. XXXIX, p. 99, 1903.

⁶ E. SALKOWSKI: *Ibid.*, t. XLII, p. 228 et 236, 1904.

est devenue la proie des bactéries de la putréfaction. Nous n'entrerons pas ici dans le détail de cette discussion. Bornons-nous à noter que la question de la production du phénol et de l'indol au cours des échanges nutritifs, et en dehors de toute fermentation intestinale, a été soulevée par Blumenthal et ses collaborateurs, Lewin et Rosenfeld. Mais les recherches de Scholz et d'Ellinger¹ sont tout à fait contraires à cette thèse et ne laissent guère subsister, du moins pour ce qui regarde l'indol, que la doctrine classique de l'origine intestinale.

En ce qui concerne l'origine immédiate de l'indol, on a vu plus haut que des acquisitions importantes ont été faites dans ces derniers temps. Le tryptophane s'étant révélé comme un acide indol-amino-propionique, ce corps apparaît comme étant l'origine peut-être unique des divers composés indoliques qui se produisent dans la putréfaction des albumines, à savoir : l'indol, le scatol, l'acide scatol-carbonique et l'acide scatolacétique. En effet, ce composé, injecté directement dans le cæcum du lapin à l'aide d'une seringue de Pravaz, provoque une excrétion considérable d'indoxyle urinaire. On a vu qu'il est également, chez le chien, la substance mère de l'acide cynurénique.

II. — LE SANG.

§ 1. — Matières albuminoïdes du sang.

Lorsqu'on a éliminé du sang toutes les matières albuminoïdes coagulables, on constate que le filtrat contient encore des matières azotées non coagulables. Dans ce « reste azoté », on a successivement recherché, selon la théorie que l'on défendait quant à l'absorption digestive des albumines, les albumoses et les amino-acides. La présence des albumoses dans le sang, niée par Neumeister, puis admise par Embden et Knoop, L. Langstein, Wolf, a été rejetée encore récemment par Abderhalden et Oppenheimer², qui n'ont pas trouvé d'albumoses dans le sang, même dans celui de la veine porte chez le chien, après ingestion d'un fort repas, ou qui n'en ont trouvé exceptionnellement que des traces si faibles qu'elles sont sans signification physiologique. G. von Bergmann et Langstein calculent, au contraire, qu'à raison de 3 litres de sang passant par minute à travers le foie, cet organe reçoit pendant les trois ou quatre heures que dure l'absorption environ 600 litres de sang. Si même on porte à 30 grammes la quantité d'azote fournie en vingt-quatre heures par la ration, on arrive à ce

¹ SCHOLZ : *Zeitschr. f. Physiol. Chem.*, t. XXXVIII, p. 312, 1903. — ELLINGER; *Ibid.*, t. XXXIX, p. 44, 1903. — ELLINGER et GENZEN: *Beitr. z. Chem. Physiol. u. Pathol.*, t. IV, p. 171, 1904.
² E. ABDERHALDEN et C. OPPENHEIMER : *Ibid.*, t. XLII, p. 155, 1904. — G. VON BERGMANN et L. LANGSTEIN : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. VI, p. 27, 1904.

résultat que l'azote total contenu dans 100 centimètres cubes de sang ne se trouverait augmenté, par le fait de cette absorption, que de 0 gr. 003 seulement. Même des traces de substances azotées non coagulables trouvées dans le sang peuvent donc avoir une importance physiologique considérable. Or, les deux auteurs montrent que, si l'on a soin d'opérer sur des quantités de sang *suffisantes*, ce que Abderhalden et Oppenheimer ne paraissent pas avoir fait, on trouve dans cette humeur un reste azoté représentant de 7,7 à 14,7 % de la quantité totale d'azote, et d'autant plus élevé que la digestion a été plus active. Ce reste azoté contient 25 % d'albumoses (surtout primaires) et 55 % de composés précipitables par l'acide phosphotungstique.

La *Revue* a déjà rendu compte des intéressantes recherches de M. Moll sur les changements chimiques qu'éprouvent les matières albuminoïdes du sang pendant le chauffage à 60° et par le fait de l'immunisation (Numéro du 13 mai 1904, p. 427).

§ 2. — Glycérine.

Nicloux a continué ses recherches sur la glycérine normalement contenue dans le sang, sur les variations physiologiques et sur le sort de la glycérine ingérée ou injectée dans le sang, et il a défendu ses résultats contre les critiques faites à sa méthode par Mouneyrat¹.

§ 3. — Coagulation du sang.

Notre intention n'est pas d'aborder dans cette revue des questions telles que la coagulation du sang, qui demeurent encore presque entièrement sur le terrain de la Physiologie et qui échappent, lorsqu'on serre les choses de près, à toute explication véritablement chimique. On se bornera donc à noter ici que la doctrine classique de la coagulation a été vivement attaquée par Dastre et ses élèves², qui ont donné à la question une position toute nouvelle. D'après eux, ce n'est pas la destruction anatomique du globule blanc (leucolyse) qui donne naissance au ferment de la fibrine. Les leucocytes sont, au contraire, très résistants, et c'est par un phénomène excrétoire osmotique (Arthus dit même : sécrétoire et physiologique) que ces éléments fournissent le ferment en question.

§ 4. — Dissociation de l'oxyhémoglobine.

Le problème de la dissociation de l'oxyhémoglobine, qui semblait sinon résolu, du moins exactement posé par les travaux bien connus de Hüfner,

¹ M. NICLOUX : *Journ. de Physiol. et de Pathol. gén.*, t. V, p. 803 et 827; *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LV, p. 1696. — MOUNEYRAT : *Ibid.*, p. 1438.

² DASTRE, ARTHUS, V. HENRI, STODEL et STASSANO : *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LV, p. 1342-1354.

a été complètement remis en question de divers côtés. Pour ce qui regarde d'abord la dissociation de l'oxyhémoglobine en solution aqueuse, V. Henri a fait remarquer que la formule :

$$h_o = kh_r p_o$$

(h_o , h_r et p_o désignant respectivement les concentrations en oxyhémoglobine, hémoglobine et oxygène dans la dissolution et k une constante) n'est pas en accord avec les données expérimentales. Hüfner a, d'ailleurs, reconnu lui-même que les valeurs de k varient avec la concentration, et il a fait des raisonnements très compliqués pour expliquer cette variation.

Dans tous les cas, la formule ne correspondant pas aux données expérimentales, il faut faire une autre hypothèse relativement à la dissociation de l'oxyhémoglobine. Au lieu de poser avec Hüfner :

1 moléc. oxyhémogl. = 1 moléc. hémogl. + 1 moléc. oxygène,

on pourrait supposer, dit V. Henri, que

1 moléc. oxyhémogl. = 2 moléc. hémogl. + 1 moléc. oxygène,

ce qui conduit à la formule d'équilibre :

$$h_o = k_1 h_r^2 p_o.$$

Or, les valeurs de k_1 , calculées d'après les données expérimentales de Hüfner, sont bien plus constantes que celles de k . En réalité, l'équation de la dissociation de l'oxyhémoglobine est encore à trouver. V. Henri a montré que la méthode à suivre consistera à déterminer les variations du rapport de l'oxyhémoglobine à l'hémoglobine, lorsqu'on dilue la dissolution d'une part avec de l'eau purgée d'oxygène et d'autre part avec de l'eau chargée d'oxygène. La connaissance de la chaleur de combinaison de l'oxygène avec l'hémoglobine, mesurée par M. Berthelot, fournit une autre méthode consistant à déterminer les variations du même rapport, lorsqu'on fait varier la température. Tel est, sommairement énoncé, le plan d'expériences établi par V. Henri et qui permettra de trouver la loi de dissociation cherchée¹.

Il faudra, dans ces expériences, apporter un soin particulier à la préparation de l'oxyhémoglobine. Løvy et Zuntz² viennent de démontrer, en effet, que l'oxygène est beaucoup plus fortement retenu, c'est-à-dire que la tension de dissociation est plus élevée, toutes choses égales d'ailleurs, pour l'oxyhémoglobine préparée avec intervention d'alcool, que pour celle où la cristallisation a été opérée, par exemple, par dialyse de la purée des globules contre de l'eau distillée froide. Ch. Bohr³ a constaté,

de plus, que la courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine varie, dans la région des faibles tensions, d'un échantillon à l'autre, et il suppose que, pendant la préparation du pigment, la partie non colorée de la molécule peut être diversement atteinte, ce qui a pour effet de modifier les conditions de la fixation de l'oxygène. De plus, il faudra se garder de conclure des résultats fournis par la dissolution d'oxyhémoglobine ou même de sang laqué, à ce qui se passe dans le sang à globules intacts. Déjà Hüfner avait été frappé du désaccord que l'on constate ici. En effet, de ses premières expériences sur les dissolutions de pigment ou sur le sang laqué, Hüfner avait conclu que l'oxyhémoglobine ne commence à se dissocier sensiblement que pour des pressions d'oxygène relativement faibles. Ainsi, pour une pression en oxygène de 50 millimètres de mercure, 93 % du pigment devaient encore persister à l'état d'oxyhémoglobine. Et, cependant, sur l'animal vivant, on voit les accidents graves commencer sitôt que la tension de l'oxygène descend au-dessous de 60 millimètres.

Comment expliquer ce désaccord? Hüfner a fait intervenir ici l'influence exercée par la paroi pulmonaire, mais Løvy et Zuntz ont récemment réfuté cette manière de voir. Il est plus probable qu'il faut mettre en cause, outre l'inexactitude de la formule dont est parti Hüfner (voir plus haut), les différences chimiques qui existent entre le pigment dissous et celui du globule intact. Déjà Hoppe-Seyler avait, dans son classique traité, attiré l'attention sur ce fait que, dans le globule, les deux pigments sanguins sont en combinaison avec d'autres substances et notamment avec de la lécithine, et, pour bien marquer cette différence, il avait appelé respectivement *artérine* et *phlébine* les deux pigments du sang artériel et veineux. De fait, Løvy et Zuntz viennent de montrer que la tension de dissociation du sang intact est, toutes choses égales d'ailleurs, beaucoup plus faible que celle du sang laqué, et surtout que celle des solutions de pigment cristallisé.

Bien que l'étude de la dissociation de l'oxyhémoglobine cristallisée conserve un intérêt théorique considérable, le vrai problème physiologique est donc celui de la dissociation de l'oxyhémoglobine dans le sang en nature. Løvy, qui a repris récemment cette étude, a obtenu des valeurs qui sont en bon accord avec les résultats de P. Bert. De plus, il a constaté, d'un sujet à l'autre, des différences si considérables qu'elles ne peuvent pas être expliquées par des erreurs d'expériences, mais bien par des particularités individuelles. Faut-il admettre, avec Ch. Bohr, qu'il existe, pour une même espèce, plusieurs sortes d'oxyhémoglobine, ou, au contraire, qu'il s'agit simplement de différences

¹ VICTOR HENRI : *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LVI, p. 339, 341, 342, 1904.

² LØVY et ZUNTZ : *Arch. f. Physiol.*, 1904, p. 166.

³ CH. BOHR : *Centralbl. f. Physiol.*, t. XVII, p. 682 et 688, 1904.

physico-chimiques dans la manière dont le pigment est incorporé au globule? C'est ce que l'avenir nous apprendra. Rappelons seulement que L.-G. de Saint-Martin a constaté des variations considérables de la quantité d'oxyde de carbone fixée par gramme de matière colorante pour le sang d'homme, de chien et de bœuf. Pareillement, le pouvoir absorbant s'est élevé chez le lapin après une forte saignée, comme si l'oxyhémoglobine de formation nouvelle était différente du pigment ordinaire. Enfin, Ch. Bohr et ses collaborateurs viennent d'établir ce fait important, à savoir que des tensions élevées de l'acide carbonique dans ce sang n'ont qu'une influence médiocre sur la fixation de l'oxygène au voisinage de la pression atmosphérique (150^{mm} d'O), mais que, pour des pressions inférieures (de 80 à 5^{mm} d'O), cette influence est considérable et s'exerce dans le sens d'une diminution de la quantité d'oxygène fixée. Cette constatation est importante pour l'explication des accidents qui accompagnent la respiration dans l'air raréfié¹.

§ 5. — Hémoglobine oxycarbonée.

Il est clair que la même revision s'impose en ce qui concerne la dissociation de l'hémoglobine oxycarbonée, car, malgré de nombreuses recherches et notamment celles de Mosso et de ses élèves, il reste encore bien des points obscurs dans le mécanisme d'intoxication par l'oxyde de carbone. Les quatre observations très intéressantes apportées l'année dernière par L. Garnier suffiraient à elles seules pour démontrer l'insuffisance des explications classiques dans certains cas. Aussi faut-il signaler comme une acquisition importante le fait de la fixation de l'oxyde de carbone par l'hémoglobine des muscles et du cœur, démontré par J. Camus et Pagniez².

III. — L'URINE.

§ 1. — Urée et uréine.

D'après O. Moor, l'urine contiendrait à peine la moitié de la quantité d'urée qu'on lui attribue d'après les dosages habituels, le complément étant formé par une substance voisine, que l'on peut extraire sous la forme d'une huile hygroscopique et que, jusqu'à présent, on aurait confondue et dosée avec l'urée. Ces conclusions ont été formellement contestées par Erben et par Gies; néanmoins, Moor maintient et précise ses résultats dans un récent travail. Bien que l'existence de cette uréine apparaisse encore

comme très contestable, la discussion très vive qui s'est élevée à ce sujet a, du moins, cette utilité de ramener l'attention sur l'incertitude de nos méthodes de dosage de l'urée. Les meilleures méthodes (Mörner et Sjöqvist, Schœndorff, Folin) ne dosent finalement que l'ammoniaque fournie par le déboulement de l'urée, réaction dans laquelle peuvent intervenir d'autres corps. Tous les procédés tendent, à la vérité, à éliminer au préalable de tels composés; mais on n'est pas certain d'atteindre complètement ce résultat, surtout depuis que l'on sait, par les recherches de O. Lœwi notamment, qu'au cours des échanges nutritifs peuvent apparaître des composés amidés, intermédiaires entre les acides amidés et l'urée, et cédant leur ammoniaque en présence des agents hydratants¹.

§ 2. — Matières extractives.

Au surplus, nos analyses d'urine sont beaucoup plus loin de « fermer », comme disent les gens du métier, qu'on ne le croit généralement. Dans son *Traité de Chimie physiologique*, Hammarsten admet que, sur 35 grammes de matières organiques que contient l'urine des vingt-quatre heures, l'urée, l'acide urique, la créatinine et l'acide hippurique représentent environ 32 gr. 4, et les matières extractives, c'est-à-dire le « non dosé organique » environ 2 gr. 6 seulement. En réalité, ce « non dosé » est beaucoup plus considérable. En déterminant dans vingt et une urines des vingt-quatre heures, provenant de huit sujets, d'une part les matières organiques totales, et d'autre part l'urée, l'acide urique, les corps xanthiques, la créatinine et l'ammoniaque, matériaux dont l'azote représentait de 90 à 97,4 % de l'azote total, Donzé et Lambling ont constaté que le « non dosé » organique variait pour l'urine des vingt-quatre heures entre 5 et 19 grammes, et pour cent parties de matières organiques, entre 16 et 38 parties (en moyenne 26 %). On avait donc laissé en moyenne en dehors de l'analyse, cependant poussée très loin, à peu près le quart du poids total des matières organiques. Le dosage du carbone total a montré que le tiers environ du carbone urinaire reste engagé dans ce non dosé. Il est probable que la majeure partie de ces matières extractives est constituée par des acides azotés complexes : acides oxyprotéique, alloxyprotéique, uroferrique (Bondzinski, Gottlieb, Panck, Thiele)².

¹ LOEVI : *Arch. f. Physiol.*, 1904, p. 231. — L.-G. DE SAINT-MARTIN : *IV^e Congrès international de Physiol. et de Pathol. gén.*, t. II, p. 738. — CHR. BOHR, K. HASSELBACH et A. KROGH : *Centrbl. f. Physiol.*, t. XVII, p. 661, 1904.

² L. GARNIER : *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LV, p. 761. — J. CAMUS et PAGNIEZ, *Ibid.*, p. 837, 1903.

¹ MOOR : *Zeitschr. f. Biol.*, t. XLIV, p. 121. — ERBEN : *Zeitschr. f. Physiol. Chem.*, t. XXXVIII, p. 544, 1903, et t. XL, p. 462, 1903. — O. MOOR : *Ibid.*, t. XL, p. 462, 1903. — GIES : *Journ. of Amer. Chem. Soc.*, t. XXV, p. 1295, 1903. — O. MOOR : *Zeitschr. f. Biol.*, t. XLV, p. 420 et 510. — K. A. N. MOERNER : *Skand. Arch. f. Physiol.*, t. XIV, p. 297, 1903. — O. LOEVI : *Z. physiol. Chem.*, t. XXV, p. 511, 1898.

² DONZÉ et LAMBLING : *Journ. de Physiol. et de Pathol. gén.*, t. V, p. 225 et 4061, 1903.

§ 3. — Matières colorantes.

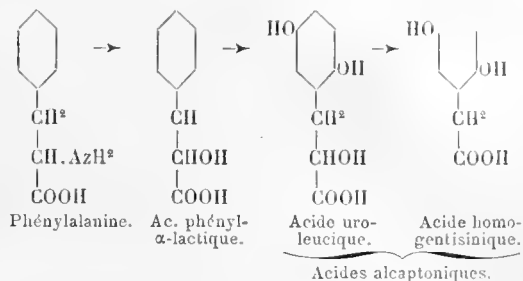
Les acquisitions les plus intéressantes de ce côté sont constituées par les recherches de Maillard sur les « couleurs chloroformiques » de l'urine, c'est-à-dire les pigments d'origine *indoxylique*, dont la *Revue* a rendu compte récemment¹.

On sait que les urines *alcaptoniques* sont celles qui, alcalinisées, se colorent en brun ou en noir au contact de l'air. Parfois même, cette coloration se produit en l'absence d'alcali et avant toute fermentation ammoniacale. Il est donc justifié de parler ici de l'alcaptonurie à propos des matières colorantes de l'urine. Cette coloration est due à deux acides dits « alcaptoniques », l'acide homogentisinique, auquel s'est ajouté exceptionnellement l'acide uroleucique. Baumann a considéré l'acide homogentisinique comme étant un acide hydroquinone-acétique, $C^6H^3(OH)(OH)(CH^2.CO^2H)(1:4:5)$, formule qui, déjà vérifiée par la synthèse de Baumann et Fränkel, l'a été à nouveau par celle d'Osborne. Ce savant a transformé la diméthylhydroquinone en acide diméthylhomogentisinique à l'aide de la réaction de Friedel et Crafts (c'est-à-dire par chauffage avec du monochloracétate d'éthyle et du chlorure d'aluminium), puis en acide homogentisinique². Ajoutons, pour la clarté de ce qui suit, que l'acide uroleucique est de même un acide hydroquinone- α -lactique : $C^6H^3(OH)(OH)(CH^2.CHOH.CO^2H)(1:4:5)$.

En ce qui concerne l'origine de ces acides, on sait déjà que la tyrosine ingérée produit chez l'alcaptonurique une augmentation de l'acide homogentisinique. Mais Falta et Langstein, après avoir observé chez un malade l'excrétion d'une quantité d'acides alcaptoniques bien supérieure à celle que pouvait fournir le noyau tyrosine des albumines ingérées, ont trouvé dans la phénylalanine introduite *per os* un autre producteur d'acide homogentisinique chez leur sujet. Or, la phénylalanine résulte du dédoublement de beaucoup de matières albuminoïdes, en quantité souvent plus grande que celle de la tyrosine. En étudiant enfin méthodiquement divers acides aromatiques, ils ont vu que seuls les acides à chaîne latérale hydroxylée, tels que les acides phényl- α -lactique, phényl- β -lactique, phénylpyruvique, ont donné lieu à une augmentation de la quantité d'acide homogentisinique chaque fois que l'oxhydrile était en α . On peut alors, pour la phénylalanine, admettre les étapes indiquées ci-après.

Pour la tyrosine, il est clair qu'il faut admettre que l'oxhydrile phénolique, qui est en position

para par rapport à la chaîne latérale, se trouve soit transposé, soit réduit avec passage par le stade de l'acide phényl- α -lactique. Enfin, à l'état normal, les acides uroleucique et homogentisinique



sont détruits à leur tour; au contraire, chez l'alcaptonurique, la dégradation s'arrête au stade des acides alcaptoniques¹.

§ 4. — Corps acétoniques.

L'origine des corps acétoniques de l'urine (acétone, éther acétylacétique et acide β -oxybutyrique) reste toujours très discutée, et l'on comprend l'importance que présente cette question, si l'on se rappelle que des quantités de 50 à 60 grammes d'acide β -oxybutyrique dans l'urine des diabétiques se rencontrent fréquemment, et que Kùlz rapporte même un cas où l'on put extraire de l'urine la masse énorme de 226 grammes de cet acide.

Voici les conclusions d'un récent travail de G. Satta : En mettant à part la petite quantité d'acétone qui se produit toujours à l'état normal et qui est sans doute d'origine albuminoïde, on peut dire que les corps acétoniques qui sont éliminés pendant le jeûne ou à l'état pathologique proviennent non des matières protéiques, comme on l'a admis pendant longtemps, mais des graisses².

De plus, lorsqu'on supprime les hydrates de carbone, ou bien dans les cas où l'organisme ne détruit plus qu'incomplètement cette catégorie d'aliments, on voit la quantité d'acétone augmenter. On sait qu'elle augmente aussi dans l'inanition, où le principal aliment consommé par l'organisme est la graisse des réserves adipeuses. Inversement, l'ingestion d'hydrates de carbone fait aussitôt descendre l'excrétion d'acétone, et en général celle des corps acétoniques (acétone, éther diacétique, acide β -oxybutyrique), sans cependant la faire cesser jamais complètement.

E. Lambling,

Professeur à la Faculté de Médecine
de l'Université de Lille

¹ FALTA et LANGSTEIN : *Zeitschr. f. Physiol. Chem.*, t. XXXVII, p. 513, 1903, et t. XLII, p. 81, 1904.

² BAUMANN et FRÄNKEL : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XXI, p. 219, 1894. — OSBORNE : *Journ. of Physiol.*, t. XXIX. *Proceed. of the Physiol. Soc.*, 21 mars 1903.

² G. SATTA : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. VI, p. 1, 1904. — Voyez aussi GEELMUYDEN : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLI, p. 128, 1904, et WALDVOGEL : *Die Acetonkörper*, Stuttgart, 1903 ; *Biochem. Centralbl.*, t. II, p. 431.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Observatoire national de Besançon. — XV^e Bulletin Chronométrique, publié sous la direction de M. Lebeuf, Directeur de l'Observatoire. — 1 brochure in-8° de 63 pages. Besançon, 1904.

La construction des chronomètres est pratiquée avec succès dans tous les pays qui tiennent la tête du mouvement scientifique et industriel; mais il est permis de dire que la science chronométrique est une science éminemment française. Si les pendules astronomiques ont été l'objet de beaux travaux dans les observatoires du monde entier, Phillips, Yvon-Villardeau, Régal ont été les premiers à appliquer les méthodes de la Mécanique rationnelle à une étude rigoureuse des horloges portatives. Au point de vue pratique, il faut convenir que, si notre pays avait depuis des années ses concours de chronomètres pour la Marine de l'Etat, il s'était laissé dépasser par d'autres pays, et notamment par la Suisse, en ce qui concerne les chronomètres de poche. Longtemps la montre marine, avec échappement à détente, a paru seule digne du nom de chronomètre. Mais le goût des horloges précises s'est développé dans le public; les explorateurs ont demandé des montres à ancre, moins sujettes aux arrêts et aux dérangements que celles à détente; la marine elle-même en a eu besoin pour ses torpilleurs et ses sous-marins, et l'émulation ainsi excitée chez les régleurs a amené de tels progrès que le Congrès international de Chronométrie, réuni à Paris en 1900, a pu étendre à ces nouveaux instruments la définition du chronomètre garde-temps.

Il devenait nécessaire de mettre à la disposition de nos horlogers les facilités dont leurs voisins et émules jouissaient depuis longtemps. Ce n'est qu'en 1885 que cette satisfaction leur fut donnée par la fondation de l'Observatoire astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon. Cette fondation a été l'œuvre de Gruy, et les Bulletins publiés depuis l'origine démontrent avec évidence les avantages qu'en a retirés l'horlogerie de précision. Le directeur actuel, M. Lebeuf, a compris l'importance du Service qui lui est confié, et il s'attachera à lui assurer tous les perfectionnements qu'il comporte. Il ne suffit plus d'enregistrer les résultats des observations faites sur les montres déposées par les horlogers. Il faut aller plus loin et employer ces observations à l'étude des moyens de faire avancer le réglage et la construction; le savant doit collaborer avec l'artiste. L'Université de Besançon l'a si bien compris qu'elle a fondé un cours de Chronométrie, confié à M. Andrade.

Le directeur de l'Observatoire, de son côté, a pensé que le moment était venu d'élargir le cadre du Bulletin. Désormais, à côté des résultats des concours, il réservera une place à des mémoires et travaux originaux.

Le Bulletin débute par un souvenir donné à Gruy, une biographie du regretté fondateur de l'Observatoire, où sont exposés ses nombreux titres à l'estime des savants et à la reconnaissance des praticiens.

Vient ensuite une première partie : *Chronométrie*. Nous y trouvons les résultats des épreuves en 1903. Si le nombre des chronomètres déposés (690) est légèrement inférieur à celui des années 1900-1902, qui ont bénéficié du grand effort fait à l'occasion de l'Exposition universelle, il est en progrès marqué sur les années antérieures, et la qualité des résultats, rapprochés de ceux de la précédente période, dénote un labeur soutenu de la part des régleurs. Ces résultats sont suivis d'une comparaison avec les services de

l'étranger, puis d'indications, destinées à être complétées, sur d'autres branches de l'activité de l'Observatoire : transmission de l'heure, désaimantation des montres de poche.

Toute cette partie des travaux intéresse plus spécialement la fabrique de Besançon. Mais, dans le but d'étendre à tout le territoire l'émulation résultant de la comparaison des produits, un concours national de réglage sera ouvert le 4 avril 1905 à l'Observatoire de Besançon, auquel sont appelés à participer tous les horlogers français. Les conditions de ce concours sont données avec détail, et suivies de l'ensemble des règlements qui régissent le Service chronométrique.

La deuxième partie : *Mémoires*, est consacrée à des études spéciales. Un des vétérans de l'horlogerie bisonnaine, M. Ernest Antoine, nous donne un résumé vivant de ses recherches théoriques et expérimentales sur les causes qui empêchent d'obtenir l'isochronisme pratique; il recommande aux régleurs de soigner l'échappement et d'aborder résolument la courbe théorique intérieure du spiral. M. Paulin (Grenoble) décrit l'ensemble des installations actuelles pour la transmission électrique de l'heure, de l'Observatoire de Besançon à l'Hôtel de Ville, à l'Université et au domicile des horlogers.

Où nous nous trompons fort, ou cette deuxième partie est appelée par la suite à recevoir encore plus de développements, et à combler une lacune de notre littérature horlogère, en nous apportant des travaux originaux d'un grand intérêt théorique et pratique. Nous en avons pour garant le souci constant de M. Lebeuf de faire progresser cette œuvre importante, et nous lui souhaitons bon succès.

C. ED. CASPARI,
Ingénieur-hydrographe en chef de la Marine.

Le Chatelier (H.), Ingénieur en chef des Mines, professeur à l'École des Mines et au Collège de France. — *Essais des matériaux hydrauliques*. — *Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*. (Prix : 2 fr. 50). Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904.

Dans tous les ouvrages traitant des produits hydrauliques, on trouve la description de la plupart des essais exécutés couramment. Mais il n'existe pas de traité s'occupant spécialement des matériaux hydrauliques. M. H. Le Chatelier a comblé cette lacune en écrivant un livre dans lequel, avec la clarté, la précision et l'autorité que l'on rencontre dans tous ses ouvrages, il fait voir quel est le rôle de ces essais, ce qu'ils sont et ce qu'ils devraient être.

L'objet des essais est d'observer ou de mesurer certaines propriétés des chaux et ciments présentant des rapports plus ou moins directs avec leurs qualités à l'emploi; mais, le plus souvent, les propriétés soumises aux essais n'ont que des relations très indirectes avec les qualités réellement utiles. On ne peut, du jour au lendemain, remplacer tous les essais, même ceux dont l'utilité est très contestable, par d'autres plus rationnels; mais on doit s'efforcer de perfectionner les méthodes et de leur donner un caractère plus scientifique.

Il est très important, dans les essais de réception, d'employer des procédés très précis, car le refus d'une fourniture peut causer un préjudice très grand. Ces essais ne peuvent être exécutés que dans des laboratoires bien outillés et par un personnel exercé.

Avant d'exposer les méthodes d'essais, M. H. Le Chatelier rappelle la classification des produits hydrauliques, le mécanisme de leur durcissement; puis il indique

quelles sont les causes de destruction des mortiers et par quels phénomènes elle se manifeste. Enfin, il montre quelles sont les qualités à l'emploi qui doivent être l'objet des essais; ce sont la résistance mécanique, la résistance chimique, l'adhérence, la coloration.

Puis les essais proprement dits, essais physiques et chimiques, composition des mortiers, essais de résistance mécanique, rapidité de prise, invariabilité de volume, essais à l'eau de mer.

Le dernier chapitre est consacré aux essais de chantier, c'est-à-dire aux essais qui peuvent être exécutés simplement, sans nécessiter une installation importante; ce sont les essais de finesse de mouture, la densité apparente, la durée de prise, la résistance à la traction, l'essai de déformation à chaud et à froid.

E. CANDLOT.

2° Sciences physiques

Barnett (S. J.), Ph. D., Assistant Professor of Physics in the Leland Stanford University (California). — **Elements of Electromagnetic Theory.** — 1 vol. in-8° de 480 pages, avec 145 figures. (Prix : 12 s. 6.) New-York, Macmillan and Co, 1904.

Jusqu'à ces dernières années, les Universités américaines étaient restées en grande partie tributaires des savants européens pour leur enseignement par le livre; maintenant, elles vivent de leur vie propre et nous envoient à leur tour, en signe de leur autonomie scientifique, des manuels dus à la plume de leurs distingués professeurs, et dans lesquels se reflète l'esprit américain. Ces manuels, nous avons tout intérêt à les connaître, parce que, contrairement aux nôtres, ils ne sont pas commandés par une longue tradition. La science européenne a été constituée, par la force des choses, par des éléments juxtaposés dans des cadres établis en partant d'idées élémentaires et incomplètes; aujourd'hui, ils se trouvent trop étroits, mais nous les conservons par l'habitude. Les savants américains sont plus libres de leurs mouvements, et leurs ouvrages nous surprennent par l'usage qu'ils font de cette liberté. Dans celui qui nous occupe, les proportions ne sont pas celles des manuels européens, la disposition encore moins; les faits sont autrement déduits, autrement enchaînés; et il est très agréable, en le lisant, de retrouver des choses sues, là où l'on ne s'attendait point à les rencontrer, mais où elles sont souvent bien à leur place.

M. Barnett aurait pu être tenté d'abandonner, à ses débuts, la notion de la charge électrique. Il ne l'a pas fait, mais la considère surtout comme un élément qualitatif. L'étude du champ électrique, où les notions générales sont illustrées par de nombreux exemples, pour diverses dispositions des charges, des conducteurs ou du diélectrique, constitue la pièce de résistance de toute la première partie du volume. Une innovation, croyons-nous, consiste à désigner sous le nom d'*électret* (en parallèle avec le mot *magnet*) un support de deux charges, tel qu'il est constitué par un cristal pyroélectrique ou par un diélectrique retiré d'un condensateur chargé. Il en résulte une certaine symétrie qui dispensera de longs développements lorsque nous aborderons le magnétisme.

Des champs modifiés par des diélectriques de pouvoirs très divers et même fictifs, à moins qu'on les assimile à des conducteurs, sont représentés par leurs lignes de force, et les mêmes figures exigeront seulement une transposition des notions pour s'appliquer exactement au champ magnétique.

Le courant électrique est représenté par ses trois formes : courant de convection, de déplacement et de conduction; l'identité de nature est d'abord sous-entendue, puis anticipée dans une rapide allusion à une théorie qui sera développée plus tard, et d'après laquelle le courant de conduction n'est pas autre chose qu'un double courant de transport. C'est la théorie des électrons qui est ainsi annoncée pour un développement ultérieur. Une très rapide description des méthodes

de mesure des résistances est donnée en fin de chapitre, un peu comme un hors-d'œuvre interrompant l'exposé théorique.

Le chapitre consacré à la conduction métallique et électrolytique se réduit à très peu près à cette dernière; et l'auteur est tellement persuadé de leur analogie que tout se trouve pêle-mêle. Pour bien accentuer combien l'ordre historique importe peu, quelques lignes sont employées à montrer l'analogie thermique de la loi d'Ohm. La même tendance à séparer les phénomènes par leurs effets et non par leurs causes se retrouve dans le chapitre suivant, où l'on passe, sans aucune séparation, des forces électromotrices thermo-électriques à la théorie de Helmholtz et de lord Kelvin concernant les éléments voltaïques; d'ailleurs, l'auteur ne reste pas longtemps sur cet exposé et renvoie pour le détail aux traités d'Electrochimie.

Pour les raisons déjà indiquées, l'exposé de la théorie des aimants a pu être considérablement allégé. En revanche, la plus grande attention est donnée à l'induction et au flux d'énergie électromagnétique développé dans le sens des idées de Poynting. C'est ici que trouve place l'exposé des découvertes les plus modernes sur la propagation des ondes électriques, la pression qu'elles exercent sur les obstacles, etc.

Tel est, résumé à grands traits, le contenu de cet ouvrage, qui contient bien des indications intéressantes sur ce que pourra être l'enseignement de demain. Si nous avions un reproche à faire à l'auteur, c'est que, voulant éviter la forme artificielle de l'enseignement classique, il est retombé, par endroits, dans un cadre tout aussi artificiel. L'avantage d'un tel exposé est de conserver un développement mathématique très simple; mais il nous semble que l'intelligence du sujet, considéré au point de vue de l'observation et de la recherche des causes, y perd un peu.

Dans la terminologie, l'auteur est quelque peu novateur, et pas toujours heureusement. Il se sert de cet affreux terme de *gaussage*, digne frère cadet de *voltage* et d'*ampérage*, que M. Hospitalier traite avec raison de mots d'argot. L'avenir nous réserve peut-être l'ohmage d'un circuit, le coulombage d'une décharge, le faradage d'un condensateur, le micronage d'une onde lumineuse; ce serait le développement logique d'une mauvaise habitude de langage.

Les questions relatives aux unités sont éparses dans l'ouvrage. Pour la doctrine, M. Barnett se rallie aux vues de M. Heaviside des unités rationnelles et irratiounnelles. Aucun physicien ne lui donnera tort pour le principe, mais on enregistrera une fois de plus le regret de ne pas pouvoir faire de l'administration scientifique avant de faire de la science, comme en Amérique on trace le plan entier d'une ville avant de construire une seule maison. C'est un défaut inévitable, duquel il faut nous accommoder.

CH.-ED. GUILTAUME.

Directeur adjoint du Bureau International des Poids et Mesures.

Schurr (J.), Chargé de cours au Lycée de Montluçon. — **Recherches sur la vitesse de dissolution des sels dans leurs solutions aqueuses.** Thèse présentée à l'Université de Clermont-Ferrand. — 1 vol. in-8° de 71 pages. Kündig, éditeur. Genève, 1904.

Deux méthodes s'offrent à nous pour étudier l'action de l'eau sur un sel soluble; une méthode qualitative, qui consiste à suivre les progrès de l'attaque du cristal par l'observation des figures de corrosion, et une méthode quantitative, dans laquelle on enregistre la diminution de poids du cristal immergé.

L'auteur, dans son travail soigné, emploie successivement les deux procédés. La préparation des cristaux est une opération laborieuse, à laquelle ne se prêtent que très peu de corps, parmi lesquels l'alun de chrome et le sulfate de cuivre ont été étudiés.

Les figures de corrosion s'observent dans la période préliminaire, après une immersion de deux à trois

secondes; on sait qu'elles dépendent de la nature cristallographique de la face étudiée. L'auteur a découvert que cette première étape est suivie d'une période de régime permanent de dix à vingt minutes, caractérisée par des cavités dessinées sur le plan de la face cristalline et nettement distinctes des figures de corrosion. Ces cavités, nommées *striées de convection*, sont corrélatives des courants de convection du liquide, et leur forme dépend, non de la nature cristallographique de la face, mais de sa position relative dans le dissolvant.

C'est pendant cette période d'usure régulière que l'on exécute les mesures de vitesses de dissolution dont la technique est expliquée en détail. Comme le faisait prévoir l'étude des striées de convection, la vitesse de dissolution est la même pour toutes les faces du cristal, pourvu qu'elles occupent la même position relative dans le dissolvant; elle est indépendante de l'histoire antérieure du cristal.

Pour l'influence de la concentration, l'auteur a trouvé la loi suivante, qu'il rattache aux considérations sur lesquelles Nernst a basé sa théorie des piles (diffusion, pression de dissolution): la vitesse de dissolution d'un sel dans sa propre solution est proportionnelle à la différence des logarithmes de sa concentration maximum et de la concentration actuelle. Cette loi est plus générale que celle de Noyes et Whitney, qui, pour les corps *peu solubles*, avaient trouvé que la vitesse de dissolution est proportionnelle à la différence entre la concentration maximum et la concentration actuelle.

Un des chapitres les plus intéressants est celui où M. Schurr étudie la vitesse de dissolution du sulfate de cuivre dans une solution homo-ionique avec lui, c'est-à-dire contenant soit l'ion Cu, soit l'ion SO_4 , les solutions étant prises, chaque fois, à la même concentration moléculaire. En effet, si la vitesse de dissolution d'un sel dans l'eau pure mesure, jusqu'à un certain point, l'affinité de l'eau pour ce corps (hydratation des ions ou de la molécule neutre), dans les solutions homo-ioniques, la vitesse de dissolution nous renseignera sur la formation des ions complexes; c'est ainsi que le sulfate d'ammonium attaque le sulfate de cuivre plus vite que ne le fait le sulfate de potassium, formant évidemment un ion complexe plus stable.

Il est regrettable que les difficultés de la méthode ne permettent pas de donner plus d'extension à ces mesures, mais c'est une raison de plus pour féliciter M. Schurr d'avoir heureusement surmonté les obstacles dans les cas qu'il a étudiés.

P.-TH. MULLER,

Professeur à l'Université de Nancy.

3° Sciences naturelles

Grenard (F.). — Le Tibet. Le pays et les habitants. — 1 vol. in-12 de 387 pages. (Prix: 5 fr.). Librairie Armand Colin, Paris, 1904.

M. F. Grenard, compagnon de l'infortuné Dutreuil de Rhins pendant son voyage de 1890-94 à travers le Tibet, a déjà publié, en un ouvrage aussi solide qu'attachant, les résultats scientifiques de cette exploration. Le présent volume répond au besoin de mettre à la portée de tous les connaissances acquises par la Mission. Les itinéraires ayant été en partie accomplis à travers des régions inconnues, et l'auteur ayant séjourné longtemps dans le milieu tibétain, l'on gagnera beaucoup à lire ces pages, même après les récits de Desgodins, de Bonvalot, de Rockhill et de Sven Hedin.

La première partie du livre comprend le résumé des faits et gestes de la Mission, de 1890 à 1894: exploration du Tibet du nord-ouest, en 1890, de Khotan à Lé et col Karakorum; voyage de 1891 à 1894, de Khotan à travers le Tibet Central jusqu'au Nam-Tso; efforts infructueux pour pénétrer à Lhassa, et retour par le haut Salouen (Nag-tchou), les sources du Mékong, le haut Yang-tseu (Do-tchou), le Kouk-Nor et Si-ning. C'est pendant cette dernière partie du trajet, près de Tong-bou-mdo (haut Yang-tseu), que la caravane de

Dutreuil de Rhins fut attaquée par les Tibétains qu'avaient fanatisés les lamas. Dutreuil tué d'une balle, M. F. Grenard n'atteignit qu'à grand-peine Si-ning, et il fallut l'intervention du Gouvernement chinois pour qu'il pût recouvrer les papiers de la Mission. On ne peut, dans un compte rendu, analyser un journal de route. Je me contenterai donc de dire que cette moitié du volume se recommande avant tout par l'intérêt de saisissantes descriptions; la route suivie s'est tenue, dans une notable partie, à plus de 5.000 mètres d'altitude; et l'on chercherait en vain ailleurs des pages qui donnent mieux l'impression de ce froid désert de montagnes. Qu'on lise surtout le récit du parcours compris, au sud de l'Arka-Tagh, entre les hauts terrains de chasse des Turcs et ceux des Tibétains; il y a bien là une contrée morte de la planète, « où il ne passe que du vent, et où il ne se passe que des phénomènes géologiques ».

Les onze derniers chapitres donnent une « vue d'ensemble du Tibet et de ses habitants ». Bien des passages y sont du plus haut intérêt géographique. Je signalerai d'abord la « description générale du pays », où l'auteur fait ressortir la distinction entre le Tibet des lacs, vaste contrée massive, privée d'écoulement vers la mer, qui offre « le régime de la toundra sibérienne », et le pays plus articulé des rivières, d'où descendent, par de profondes entailles, tous les grands cours d'eau de l'Asie méridionale et sud-orientale. Le chapitre IV présente une esquisse des conditions matérielles de la vie au Tibet, assez parcellées chez les nomades et chez les sédentaires. L'organisation de la famille tibétaine offre des ressemblances avec la « gens » romaine: le pouvoir y est exercé et le patrimoine géré par le fils aîné; le communisme de la terre et des troupeaux va jusqu'à la possession par les autres fils de la femme qui a été initiée au culte des dieux domestiques, et qui doit perpétuer la race. C'est le majorat et la constitution en familles qui explique le caractère aristocratique de la société: chaque fonction sociale devient la propriété héréditaire d'une caste. Le chapitre VII indique l'état économique du Tibet, et étudie ses relations de commerce avec les pays voisins: « La plus grande partie du trafic tibétain se fait, dit M. Grenard, avec la Chine et aboutit à Tong-Kor, à Ta-tchien-lou et à Li-Kiang »; et cette constatation explique en grande partie les démarches actuelles de la politique et des armes britanniques dans le sud du Tibet. Très nouvelle aussi l'analyse du bouddhisme tibétain, qui « reconnaît une foule de divinités secondaires empruntées à la mythologie hindoue et à la vieille religion locale »; l'homme de ces hautes régions est, dans le culte, d'une superstition compliquée et traditionnelle qui le rapproche du Romain des premiers temps de la République. Les « lamas » entretiennent ces dispositions; elles leur permettent d'exploiter le pays au moyen d'une organisation politique qui se confond avec celle du clergé.

La carte qui termine le volume est la première qui montre la répartition des races dans les hautes montagnes de l'Asie Centrale: elle complète le double mérite d'originalité et de précision scientifique de ce bel ouvrage.

J. MACHAT,
Agrégré d'Histoire et de Géographie,
Professeur au Lycée de Bourges.

Prenant (A.), Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy; Bouin (P.), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Nancy; Maillard (L.), Chef des Travaux de Chimie biologique à la Faculté de Médecine de Paris. — Traité d'Histologie. T. I. Cytologie générale et spéciale. — 1 vol. gr. in-8° de 977 pages et 791 fig. Schleicher fr., éditeurs. Paris.

L'ouvrage que je signale aujourd'hui aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences* constitue le premier volume d'un Traité d'Histologie, pour la rédaction duquel M. Prenant s'est adjoint MM. P. Bouin et L. Maillard; il est consacré exclusivement à la Cytologie

générale et spéciale et comprend trois parties : la première et la troisième forment la Cytologie générale, c'est-à-dire l'étude de la cellule; dans la deuxième (Cytologie spéciale) sont étudiées les diverses sortes de cellules. La première partie comprend : le livre I (M. Prenant), avec la notion du protoplasma et de la cellule en général; le livre II (M. Prenant), contenant la Morphologie de la cellule; le livre III (M. Maillard), avec des principes de Physiologie cellulaire; le livre IV (M. Prenant), indiquant les grandes lignes de la Différenciation cellulaire et préparant ainsi les diverses sortes de cellules qui seront examinées dans la deuxième partie. Celle-ci, ou Cytologie spéciale (M. Prenant), comprend les livres V, VI, VII et VIII, consacrés à la cellule sensible, à la cellule musculaire, aux cellules nutritives et de soutien. La troisième partie (M. P. Bouin), qui revient à la Cytologie générale, étudie dans les livres IX et XI la cellule en état de division, sa dégénérescence et sa mort. Le livre X (M. P. Bouin) contient la reproduction des individus; on y trouvera exposées l'histoire des cellules germinales, la morphologie et la physiologie de la fécondation, les principales théories sur l'hérédité. C'est à M. Maillard que sont dus, en outre, les paragraphes d'ordre chimique, disséminés dans tout le volume.

Malgré la collaboration de trois personnes, cet important Traité n'en conserve pas moins une forte unité, la contribution personnelle de chaque auteur se fondant harmonieusement dans l'ensemble. Les notions chimiques elles-mêmes, bien qu'elles soient l'œuvre propre de M. Maillard, ne font pas, comme dans l'ouvrage de Schiefferdecker et Kossel, l'objet de chapitres écrits indépendamment; elles sont incorporées au texte des divers chapitres; la collaboration du chimiste a été aussi étroite que possible et elle n'apparaît que là où elle est nécessaire pour expliquer la description morphologique du substratum anatomique, l'interprétation physico-chimique apparaissant toujours comme le dernier mot de l'explication biologique.

L'ouvrage publié par M. Prenant et ses collaborateurs est le fruit d'un labeur⁴ dont on trouve peu d'exemples dans la littérature histologique; ces savants ont, en effet, résolument rompu avec un procédé qui tend à s'implanter et suivant lequel un traité n'est plus actuellement qu'une sorte de revue générale démesurée dans laquelle sont condensés tous les documents afférents à la question; ils ont estimé avec raison que leur tâche ne se bornait pas à l'exposé plus ou moins didactique des notions histologiques classiques relatives à l'homme ainsi qu'aux animaux de laboratoire et d'abattoir; ils se sont efforcés de tirer de l'Histologie des enseignements généraux et ils se sont proposé, non sans succès, de dégager dans la série zoologique tout entière, depuis les Protozoaires jusqu'à l'Homme, les types structuraux fondamentaux, point de vue d'autant plus fécond que, en maintes circonstances, l'évolution organique se manifeste en dépit des affinités zoologiques.

Cette façon de procéder est, d'ailleurs, la seule qui permette de grouper rationnellement les diverses formations anatomiques, de les relier entre elles malgré les divergences phylogénétiques, par exemple, de classer les éléments de la radula des Mollusques parmi les phanères dentaires; de ranger les cellules chlorogènes des Oligochètes au nombre des éléments spécialisés du mésoderme, etc... En se conformant à cette discipline, en suivant pas à pas l'évolution ontologique et phylogénétique, et cela aussi bien chez les animaux que chez les végétaux, les divers éléments s'ordonnent en séries naturelles, et parmi ces dernières il est exceptionnel de n'en pas rencontrer qui représentent la forme simple et explicative, permettant de pénétrer l'essence même des processus en apparence les plus complexes : ainsi, la compréhension de la spermatogénèse aurait vraisemblablement toujours échappé, si l'on s'était borné à l'étude des Chordés : seuls, l'Oursin et l'Ascaris réalisent des dispositions assez significatives pour fournir l'interprétation de phénomènes qui demeurent impénétrables chez tous les autres animaux.

C'est précisément cette tendance synthétique et explicative qui imprime à l'ouvrage de MM. Prenant, Bouin et Maillard un cachet spécial; en alliant de très heureuse façon les données botaniques, physiologiques et physico-chimiques, ces auteurs ont fait sortir l'Histologie du cadre étroit où certains esprits se complaisent à la maintenir, et, suivant la forte expression de Claude Bernard, ils ont transformé une science passive en une science active et conquérante de l'avenir : « étendue à toute la série animale, cherchant dans l'explication physiologique sa raison d'être, reposant sur la Physique et la Chimie, l'Histologie devient une Biologie cellulaire » (Prenant).

Cet exposé suffira à mettre en lumière la conception féconde qui a présidé à l'élaboration de cet ouvrage, pour lequel M. Prenant réclame l'épithète d'élémentaire, mais qui ne paraît guère mieux lui convenir qu'aux autres traités de grande envergure récemment publiés; par son abondante documentation, par sa portée philosophique, ce livre semble dépasser sensiblement les besoins de l'étudiant en médecine auquel M. Prenant cependant le destine, et même ceux du candidat au certificat d'Histologie : en revanche, il est parfaitement approprié aux exigences du chercheur au début de ses recherches, et il sera lu avec intérêt, sinon avec fruit, par l'histologiste de carrière, dont l'attention sera certainement retenue par les chapitres consacrés aux questions générales et dont nombre de pages méritent une discussion approfondie. Il faut regretter, toutefois, la concision des paragraphes relatifs à la dégénérescence et à la mort de la cellule, car il s'agit là de notions susceptibles de constituer ces traits d'union que M. Prenant cherche avec raison à établir entre des enseignements que des cloisons presque étanches séparent encore.

Par la rigueur des descriptions, par l'importance des contributions personnelles des auteurs, par son illustration presque entièrement originale et surtout par l'esprit éminemment scientifique qui a inspiré ses rédacteurs, le Traité de MM. Prenant, Bouin et Maillard représente une œuvre à peu près unique dans la littérature histologique; le seul souvenir qu'il évoque est celui du livre justement célèbre de Leydig, que cinquante années de travaux auraient considérablement enrichi et éclaireraient de lumières nouvelles.

AUGUSTE PETTIT,
Préparateur au Muséum.

4° Sciences médicales.

Gautier (Armand), *Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.* — **L'Alimentation et les Régimes chez l'homme sain et chez les malades.** — 1 vol. in-8° de 523 pages avec figures. (Prix : 10 fr.). Masson et Co éditeurs, Paris, 1904.

Dans ce remarquable ouvrage, M. Gautier expose toutes les données qui ont trait à l'alimentation rationnelle dans l'état de santé et de maladie.

L'alimentation ayant pour but de réparer les pertes régulières de l'organisme et de fournir l'énergie nécessaire au travail, la composition des repas est basée sur la constitution chimique de l'organisme. Ils doivent apporter les quantités d'albumine, de graisse, d'hydrocarbonés, d'eau et de sels que réclame l'entretien de la vie. L'étude de l'alimentation moyenne d'un habitant de Paris fournit une approximation des matériaux nécessaires à un homme adulte vivant sous notre climat.

M. Gautier expose les principes scientifiques de l'alimentation, la digestibilité des divers aliments et leur

⁴ L'ouvrage comprend 791 figures, presque toutes dessinées par les auteurs d'après des préparations originales.

coefficient d'utilisation dans le tube digestif. Il calcule la dépense énergétique de l'homme au repos, la ration d'entretien, la ration de travail, la ration d'accroissement, montre que toutes ces rations alimentaires ont pour résultat de fournir un dégagement de calories qui sont la mesure de l'énergie humaine, et établit le principe de l'isodynamie des rations alimentaires.

Ces principes scientifiques posés, l'auteur fait l'étude chimique complète des principaux aliments.

Les viandes constituent une partie importante de notre alimentation; la consommation moyenne est de 39 kilogs par individu et par an pour toute la France, de 93 kilogs pour Paris. La consommation est bien moindre qu'en Angleterre.

La viande est composée de matériaux qui sont en proportion différente suivant l'espèce animale et la région du corps que l'on considère. L'auteur indique la constitution des diverses espèces de viandes (mammifères comestibles, mammifères sauvages, oiseaux, poissons, sang, viscères, viandes blanches et rouges), les modes de préparation de la chair (crue, rôtie, bouillie, bouillon, extraits de viande), les modes de conservation (cuisson, dessiccation, salaison, fumaison, frigorification).

Le lait, aliment très important, qui entre dans la consommation annuelle d'un Parisien à la dose de 60 litres environ, est l'objet d'un long chapitre, où sont envisagés : sa constitution générale; celle des laits de femme, de vache, de chèvre, de brebis, d'ânesse; les altérations et falsifications; les moyens de conservation; les dérivés du lait : crème, petit lait, babeurre, koumys, kéfir, fromages, etc.

Viennent ensuite les œufs, les laitances, le beurre, les principales graisses, la margarine.

Les aliments végétaux sont étudiés ensuite : diverses préparations de céréales, pain, légumes secs, tubercules, racines, champignons, légumes herbacés, diverses espèces de fruits, aliments aromatiques (café, thé, cacao, kola, etc.).

L'alcool et les diverses boissons alcooliques (vin, bière, cidre, poiré, liqueurs) sont envisagés au point de vue de leur valeur nutritive, puis en qualité de toxiques.

Les eaux potables sont l'objet d'une étude très complète, au point de vue de leur constitution, de leur origine, de leur conservation et de leur purification, des dangers qu'elles peuvent offrir et des maladies qu'elles causent.

La partie du volume qui a trait aux aliments se termine par des notions de chimie culinaire sur la préparation et la cuisson rationnelles des aliments, les assaisonnements, la distribution et la composition des repas, les adjuvants de la digestion et de l'appétit.

Dans une troisième partie, toute médicale, M. Gautier étudie les régimes alimentaires, leur influence sur le caractère de l'individu et des races, leur variation en rapport avec les besoins (travail, taille, poids, saisons, climats), avec les âges et les conditions physiologiques diverses, puis les régimes spéciaux (végétarien, carné, lacté), les régimes d'abstinence et les régimes de suralimentation.

Il expose ensuite succinctement la diététique des divers états pathologiques, celle des convalescents, des opérés.

Enfin, l'auteur décrit les procédés d'alimentation par les voies détournées dont la connaissance est nécessaire au médecin : alimentation par la sonde stomacale, par fistule stomacale, par lavement, par injections sous-cutanées, par injections intra-veineuses.

Le livre se termine par un aperçu des méthodes qui peuvent servir à apprécier l'effet des régimes et les médications diverses : les unes sont tirées de l'étude des coefficients respiratoires, les autres de l'étude des coefficients urinaires; la définition, la simplification et la valeur de chacun de ces coefficients y sont nettement exposés.

On trouvera dans ce traité, succinctement et claire-

ment décrites, toutes les notions chimiques nécessaires à l'établissement des régimes alimentaires dans chaque cas particulier; des tableaux d'ensemble résument les plus importantes de ces données.

L'ouvrage de M. le Professeur Gautier est d'un intérêt considérable et d'une grande utilité. Il est à souhaiter que les médecins le lisent et s'en pénètrent, car il ferait disparaître de leur esprit bien des idées erronées sur les questions de nutrition.

D^r MARCEL LABBÉ,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris,
Médecin des hôpitaux.

Létienne (Auguste) et Masselin (Jules). — Précis d'Urologie clinique. — 1^{re} vol. in-8° de 460 pages et 38 figures. Naud, feu éditeur, Paris, 1904.

Ce n'est pas seulement une technique précise de l'analyse chimique, histologique et bactériologique des urines que nous donnent MM. Létienne et Masselin; c'est en même temps un guide précieux pour le médecin qui veut interpréter rationnellement les résultats des analyses d'urines pour affiner son sens clinique et parfaire son diagnostic et son pronostic.

Dans une première partie, les auteurs étudient la physiologie de la sécrétion urinaire, puis les principes normaux de l'urine avec leurs proportions et leurs variations physiologiques.

Dans une deuxième partie, ils exposent les variations pathologiques des principes ordinaires de l'urine, et étudient les principes anormaux. Ils font une étude très complète des diverses albumines urinaires : sérine et globuline, mucine, albumose, peptone, des conditions dans lesquelles on les rencontre, de leur signification pathologique.

De même, le glucose et les substances voisines, lévulose, saccharose, lactose, pentose, sont étudiés très complètement au point de vue de la technique des recherches et de la séméiologie appliquée à la classification des diverses variétés de diabètes.

Les auteurs étudient le passage dans l'urine de l'acétone, de l'acide β -oxybutyrique, et des divers pigments : indican, uroérythrine, pigments biliaires (bilirubine, urobiline, pigment rouge brun).

Ce sont ensuite les substances étrangères (sang et pus), puis les sédiments, les cristaux, les cylindres, les spermatozoïdes, les calculs, dont l'étude est faite au double point de vue technique et séméiotique. Les cellules et les cristaux qui peuvent être rencontrés dans l'urine sont représentés dans d'excellentes figures.

Vient enfin un exposé succinct des principaux microbes trouvés dans les urines, des procédés applicables à leur recherche et des conditions dans lesquelles on les rencontre (infection urinaire, cystites, bactériurie).

Les procédés modernes utilisés pour l'appréciation des fonctions rénales (épreuve de la perméabilité rénale au bleu de méthylène, épreuve de la phloridzine, cryoscopie, toxicité urinaire, séparation de l'urine des deux reins) sont l'objet d'un chapitre spécial qui contribue à faire du livre un véritable précis d'Analyse clinique.

Les auteurs ont cherché même à faire la synthèse de ces notions et à caractériser les principaux types urinaires pathologiques : fébrile, anémique, nerveux, gastro-entérique, hépatique, cardiorénal, néphritique, cystique, diabétique, goutteux.

En résumé, le précis de MM. Létienne et Masselin pourra rendre de grands services aux médecins qui y trouveront beaucoup de renseignements exposés clairement et succinctement. Les travaux les plus récents sur la physiopathologie rénale y tiennent une place importante et en font un livre bien moderne. Il n'y manque guère qu'un peu de scepticisme à l'égard de certains procédés d'appréciation des fonctions rénales et nutritives, tels que la cryoscopie, la toxicité urinaire et les coefficients urinaires, qui n'ont pas donné, au point de vue clinique, les résultats qu'on avait attendus d'eux.

D^r MARCEL LABBÉ,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris,
Médecin des hôpitaux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Janvier 1905.

L'Académie présente la liste suivante de candidats à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire d'histoire naturelle des corps inorganiques vacante au Collège de France: 1° M. Michel-Lévy; 2° M. Cayeux.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Fréchet poursuit ses recherches sur les fonctions limites et les opérations fonctionnelles. — M. S. Lattès étudie les substitutions à trois variables et les courbes invariantes par une transformation de contact. Il montre, en particulier, que, par un élément double d'une transformation de contact, passent en général deux courbes invariantes par la transformation. — M. G.-A. Miller cherche à déterminer le nombre des sous-groupes invariants d'indice p^2 . — M. J. Boussinesq étudie le pouvoir refroidissant d'un courant fluide sur un ellipsoïde à axes inégaux immergé dans ce courant. — M. de Sparre signale deux causes d'erreur dans l'établissement de la formule habituelle de la déviation des corps en chute libre; on néglige la variation de la force centrifuge et celle de l'attraction en grandeur et en direction pendant la chute. — M. le vice-amiral Fournier a déterminé expérimentalement, sur des modèles réduits, la résistance à l'eau de cinq navires de formes diverses. Il en déduit la forme théorique de la carène de moindre résistance. — MM. Rambaud et Sy présentent leurs observations de la comète 1904 *d*, faites à l'Observatoire d'Alger.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Lippmann montre qu'on peut obtenir des franges pareilles à celles des miroirs de Fresnel en employant, au lieu de deux miroirs dont l'angle est voisin de 180°, deux miroirs dont l'angle est voisin de 90°. — M. P. Langevin a reconnu que la plus grosse partie de la conductibilité des flammes est due à la présence de particules cathodiques libres provenant de la dissociation corpusculaire spontanée, dans le volume de la flamme, d'un certain nombre de molécules sous l'action de la température élevée. — M. Ch. Nordmann indique un procédé de mesure de la conductibilité des diélectriques, qui consiste à fournir à l'une des faces a du diélectrique (dont l'autre b est à la terre) des quantités constantes et connues d'électricité dans l'unité de temps (au moyen d'un courant de gaz ionisé) et à observer électrométriquement le potentiel variable de cette face a . — M. O. Boudouard a constaté que les gaz réducteurs du haut fourneau, à l'état sec, ont une action plus énergétique qu'à l'état humide; la différence, qui est importante aux basses températures, devient nulle aux environs de 1000°. — M. Alb. Colson montre que le sulfate de chrome résultant de la réduction de l'acide chromique par le gaz sulfureux renferme 3 radicaux sulfuriques. De plus, ce sel, $\text{Cr}^2(\text{SO}^4)^3 \cdot 10\text{H}^2\text{O}$, est un sulfate vert normal, en tous points comparable au sel violet correspondant. — M. J. Lavaux décrit un procédé de séparation des trois diméthylanthracènes qu'il a obtenus dans l'action du chlorure de méthylène et du chlorure d'aluminium sur le toluène. — M. Ed. Bonjean a constaté qu'il faut 0 gr. 291 de H^2O^2 par litre pour stériliser un litre d'eau de Seine après six heures de contact, lorsqu'il provient d'une solution commerciale d'eau oxygénée; tandis que, dans les mêmes conditions, 0 gr. 06 de H^2O^2 produit à l'état naissant par le peroxyde de calcium suffisent pour obtenir la stérilisation en 4 heures.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. J.-P. Bounhiol a

reconnu, par des mesures appropriées, une diminution des échanges respiratoires et une élévation du quotient respiratoire chez tous les poissons marins en captivité. — M^{lle} M. Stefanowska a constaté que les poids d'azote organique, d'acide phosphorique, de chaux, de potasse et de fer subissent une augmentation rapide dans la première période de la croissance chez l'avoine. — M. C. Houard a observé que les feuilles hypertrophiées constituant les cécidies des Genévriers des Alpes présentent les caractères histologiques suivants: développement plus accentué des appareils normaux d'assimilation et de sécrétion et renforcement de l'appareil de soutien. — M. P. Becquerel n'a pu déceler la moindre trace de radio-activité de la part des graines, des mousses et du rameau de buis, en prenant les précautions les plus minutieuses contre l'émission de la vapeur d'eau. C'est à cette dernière que seraient dus les résultats positifs de M. Tommasina. — M. P. Vuillemin a reconnu que les hyphoïdes des tubercules des racines de certaines Légumineuses sont des produits symbiotiques, où les portions appartenant à la Légumineuse et au *Rhizobium* sont bien distinctes. — M. A. Lacroix a examiné les roches éruptives recueillies sur le territoire de Zinder; ce sont des microgranites alcalins, à aegyrine et amphiboles sodiques. — MM. F. Foureau et L. Gentil ont déterminé les roches cristallines rapportées par la Mission saharienne.

Séance du 9 Janvier 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Boussinesq démontre que la conductibilité extérieure représentative du pouvoir refroidissant d'un courant fluide est

proportionnelle à $\sqrt{\frac{KCv}{L}}$, c'est-à-dire aux quatre

racines de la conductibilité intérieure K du courant, de sa capacité calorifique C par unité de volume, de sa vitesse générale v et de l'inverse du trajet L des filets fluides sur le corps. — M. Ch. Féry a étudié le pendule d'une horloge astronomique dont la variation de marche a été nulle entre 2°02' et 2°29', soit pour une variation d'amplitude de 9 mm. environ. — M. Borrelly a découvert, le 28 décembre, à l'Observatoire de Marseille, une nouvelle comète (*c* 1904). — MM. G. Fayet et E. Maubant ont déterminé les éléments provisoires et l'éphéméride de la nouvelle comète Borrelly. — M. G. Rayet présente les observations de la comète Borrelly (28 déc. 1904) faites par M. Courty au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Th. Moureaux donne la valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux, au 1^{er} janvier 1905. — M. A. Berget indique un nouveau mode de visée des surfaces larges de mercure. — M. V. Crémieu a observé que des gouttes d'un liquide suspendues dans un liquide non miscible de même densité, et ainsi soustraites à l'action de la pesanteur et à leur attraction mutuelle, se rapprochent cependant lentement. — M. G. Seguy a étudié la valeur comparée, au point de vue photogénique, de diverses radiations. C'est le corail calciné, placé dans le vide radiant et soumis à l'influence des rayons cathodiques, qui a donné la meilleure impression photographique. — M. F.-P. Le Roux a reconnu que l'énergie lumineuse potentielle maximum que peut induire dans un corps phosphorescent donné une lumière activante donnée, est indépendante de la température; celle-ci n'influe que sur la vitesse de transformation de l'énergie lumineuse potentielle en énergie lumineuse actuelle. — MM. M. Chanoz et M. Perrigot

rapportent des faits qui montrent que la démonstration de l'existence des rayons X par la photographie d'écrans au sulfure de calcium insolé est illusoire. — **M. Marage** a constaté qu'à distance constante chaque voyelle est perçue par l'oreille physiologique pour un minimum d'énergie sur une note déterminée. — **MM. H. Moissan** et **F. Osmond** déduisent de l'étude micrographique de la météorite de Cañon Diablo que les parties métalliques qui paraissent homogènes renferment souvent des noyaux microscopiques et irréguliers formés de couches superposées de phosphore et de carbure de fer. Les nodules sont formés de sulfure de fer ou troïlite, entouré de couches de phosphore et de carbure de fer. — **MM. C. Chabrie** et **A. Bouchonnet** ont préparé le fluorure d'indium $\text{In}^{\text{F}} \cdot 18\text{H}^{\text{O}}$ et le fluorhydrate de rubidium $\text{RbF} \cdot \text{HF}$. — **M. L. Vignon** a reconnu que l'aminoozobenzène représente la limite stable des combinaisons azoïques possibles entre le diazobenzène et l'aniline. — **MM. L. Bouveault** et **G. Blanc**, en traitant la camphénylone par l'iodure de méthylmagnésium, ont obtenu un alcool tertiaire, différent de l'isobornéol, qui se déshydrate en donnant du camphène racémique, d'où l'on peut retourner au camphre. — **MM. J. Wolff** et **A. Fernbach** ont observé que l'état de liquéfaction de l'amidon favorable à la coagulation favorise également la formation diastasiqne d'amylocellulose. — **M. V. Henri** a constaté que la loi suivant laquelle se produit l'hémolyse des hématies de poulet par le sérum de chien est une logarithmique. — **MM. Albert-Lévy** et **A. Pécou** dosent l'oxyde de carbone dans les atmosphères confinées par la méthode de **M. A. Gautier**, mais en recueillant l'iode dans le chloroforme et comparant la coloration de celui-ci à une gamme de colorations types. — **M. E. Fleurent** décrit une nouvelle méthode pour le dosage du gluten dans les farines de blé.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Laveran** signale le fait que les *Glossina* ou tsé-tsé abondent dans presque toute l'étendue de la Guinée française, où l'existence de la trypanosomiase humaine et de plusieurs trypanosomiasés des Equidés est déjà démontrée. — **M. Thiroux** a reconnu que, lorsqu'on rencontre, chez un même padda, le *Trypanosoma paddae* et l'*Halteridium Danilewskyi*, les deux parasites ont, dans l'organisme du padda, une évolution parfaitement distincte et proviennent d'une double infection. — **M. J. Gautrelet**, à propos des notes de **M. Quinton**, rappelle des expériences antérieures, où il a observé une augmentation d'alcalinité du sang des poissons placés dans un milieu extérieur alcalinisé.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Janvier 1903.

M. Chauvel présente un Rapport sur un Mémoire de **M. E. Bruch** relatif à la formation d'un moignon oculaire artificiel par autoplastie au moyen d'un lambeau de peau pédiculé. C'est une bonne opération, qui mérite d'être vulgarisée. — **M. P. Brouardel** indique les difficultés qui s'opposent à la déclaration par le médecin de l'alcoolisme, de la tuberculose et de la syphilis comme causes de décès. Le projet de **M. Fernet** est renvoyé à l'examen de la Section d'Hygiène. — **M. Guitez** lit un travail sur les résultats généraux obtenus par la trachéo-broncho-œsophagoscopie et les perfectionnements de cette méthode. — **M. Dariet** donne lecture d'un Mémoire sur la supériorité des sels organiques d'argent sur le nitrate d'argent en thérapeutique oculaire.

Séance du 10 Janvier 1903.

M. A. Josias présente un Rapport sur un Mémoire de **M. A. Courtade** relatif à l'examen du pharynx supérieur par le toucher médiat à l'aide d'explorateurs. Avec les sondes exploratrices, la désinfection est facile et rapide, l'exploration est facile à tous les âges; elle est bien tolérée par les petits malades. — **M. Ker-**

morgant signale un cas de rétention complète d'urine, causé par un calcul préputial chez un Annamite, et guéri par la circoncision. — **M. Variot** lit un Mémoire sur les causes de la faible mortalité infantile dans la ville du Creusot. — **M. Castex** donne lecture d'un travail sur la surdi-mutité.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 24 Décembre 1904.

M. U. Lombroso montre que les conditions intérieures de l'organisme ont une influence remarquable sur l'échange des graisses, indépendamment de la fonction lipolytique qui s'accomplit dans le tube digestif. — Le même auteur n'a observé aucune altération profonde et définitive du pancréas après ligature et résection des conduits pancréatiques chez le chien; chez le pigeon, il y a transformation temporaire de l'épithélium glandulaire en épithélium pavimenteux. — **M. L. Léger** a découvert dans le tube digestif du *Tabanus glaucopsis* un nouveau Flagellé parasite qu'il décrit sous le nom d'*Herpetomonas subulata*. Cette forme paraît représenter un ancêtre des Trypanosomes à fouet morphologiquement antérieur. — **M. Donnat-Cattin** présente un nouveau type de dynamomètre musculaire. — **M. N. Gréhan** a reconnu qu'un mélange d'air et de gaz d'éclairage dans la proportion de 30 à 1 est très dangereux pour le chien et peut causer la mort d'un homme. — **MM. A. Gilbert** et **J. Jomier** ont observé que, chez les animaux soumis à un même régime, le foie peut présenter des variations de teneur adipeuse très notables, considérables même comme dans le régime du lait ou de la crème. — **MM. J. Charles-Roux** et **J. Heitz** ont constaté, sur trois chats, que la section de quelques racines postérieures a entraîné, après huit mois de survie, une dégénérescence disséminée et lente dans le territoire des nerfs cutanés correspondants. — **MM. Piery** et **Mandoul** ont reconnu que les variations morphologiques et numériques du bacille de Koch dans l'expectoration des phtisiques sont en rapport à la fois avec l'évolution du processus tuberculeux et avec la forme clinique de la maladie. — **M. A. Pettit** décrit un dispositif d'immobilisation pour les Squalidés sur lesquels on pratique des vivisections. — **M^{lle} A. Drzewina** et **M. A. Pettit** ont observé des hyperplasies tissulaires compensatrices consécutives à l'ablation de la rate chez les Ichthyopsidés. — **M. A. Pettit** signale la présence de cellules fusiformes dans le sang des Ichthyopsidés consécutivement à l'ablation de la rate, ainsi que des phénomènes de pyknose du noyau des hématies. — **M. G. Patein** estime que la matière albuminoïde qui caractérise l'albumosurie de Bence-Jones est une albumine de constitution variable, se rencontrant dans des cas pathologiques très différents. — **MM. Courcoux** et **Ribadeau-Dumas** étudient les cellules géantes développées dans le foie à la suite de l'injection par la veine porte de chloroforme-bacilline. — **MM. H. de Waele** et **E. Sugg** ont obtenu l'immunité contre le cow-pox par l'introduction sous la peau d'une bête bovine de sacs de collodion remplis de vaccin. — **M. F. Battelli** et **M^{lle} L. Stern** ont observé, après l'ablation du foie chez la grenouille ou la production de la stéatose du foie chez le cobaye, une augmentation de la catalase dans les autres tissus. — **M. E. Maurel** confirme l'action du vêtement sur la diminution de poids du cobaye, l'augmentation des matières fécales et leur fétilité. Ces actions ne sont pas modifiées par la nature et la couleur du vêtement. — **MM. Baylac** et **Albarède** ont obtenu des lésions très nettes de l'aorte chez le lapin avec des doses d'adrénaline variant de 1,28 à 2,58 milligrammes. — **M. A. Borrel** n'a pu élucider la nature des inclusions de l'épithélioma contagieux des oiseaux. — **M. A. Thomas** étudie les rapports anatomiques du bulbe et du cervelet. — **M. P. Wintrebert** signale l'existence d'une irritabilité excito-motrice primitive, indépendante des voies nerveuses, chez les embryons ciliés de Batraciens. — **M. F.-J. Bosc** montre

que, si, après avoir fait une inoculation de virus claveloux à la peau, on injecte aussitôt 10 à 15 centimètres cubes de sérum d'hyperimmunisé, l'accident local évolue seul, plus ou moins atténué, et il ne se produit pas d'éruption générale. Il se propose d'employer la même méthode dans l'infection syphilitique.

Séance du 7 Janvier 1905.

M. A. Laveran a inoculé le surra à une rousette (*Pteropus medius*); elle est morte au bout de 9 jours en présentant de nombreux Trypanosomes dans le sang. — **M. A. Ignatowsky** a étudié l'influence de la néphrectomie et de la ligature de l'artère rénale sur les éliminations urinaires. — **M. Ed. Hesse** décrit le *Myxocystis Mrazeki*, microsporidie parasite du *Limnodrilus Hoffmeisteri*. — **MM. Borrel et Haaland** ont observé une tumeur spéciale de la souris, déjà signalée par Jensen, et formant des métastases dans les organes. — **M. L. Panisset** a inoculé le surra au chat; l'animal meurt après trois semaines en moyenne, en présentant de nombreux Trypanosomes dans le sang. — **MM. A. Gilbert et J. Jomier** ont constaté que les régimes riches en graisses ne produisent, au niveau du foie, qu'une faible quantité de glycogène; les albuminoïdes en fournissent une quantité moyenne; les légumes et le pain une grande quantité. — Les mêmes auteurs ont reconnu que la graisse d'ingestion apparaît dans le foie entre la 7^e et la 9^e heures chez le lapin, entre la 5^e et la 7^e heures chez le chien; elle peut ne disparaître que très lentement (après 5 à 10 jours). — **M. F. Battelli et M^{lle} L. Stern** ont observé, chez les Oiseaux, que tous les tissus, sauf le foie et le rein, sont peu riches en catalase. Le sang en renferme très peu. *In vitro*, la catalase est sans action sur les substances qui se transforment facilement en urée. — **M. J. Lefèvre** montre que le rayonnement calorifique du chat non seulement grandit, mais s'accélère avec l'abaissement de la température extérieure. — **M. E. Maurel** termine ses expériences relatives à l'influence du vêtement sur les fonctions digestives chez le cobaye. — **M. P. Remlinger** a reconnu que la Tortue terrestre est réfractaire à la rage, ce qui tient peut-être à l'état rudimentaire du système nerveux. — Le même auteur, après avoir soumis à la centrifugation du virus rabique dilué, a observé que le liquide superficiel est devenu inoffensif au bout d'une demi-heure à une heure. — **M. V. Henri**: Recherches physico-chimiques sur l'hémolyse (voir p. 90). — **M. Doyon** a constaté que le chloroforme, à certaines doses, détermine parallèlement l'incoagulabilité du sang et des lésions hépatiques graves.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 13 Décembre 1904.

MM. P. Bouin et P. Ancel signalent un cas d'hermaphroditisme glandulaire chez une chèvre. — **M. P. Bouin** a reconnu qu'il faut près de deux ans pour que la spermatogénèse, établie dans une certaine région du testicule chez le cheval, s'étende dans tout l'organe. — **MM. Simon et L. Spillmann** décrivent un procédé photographique pour la numération des éléments figurés du sang. — **M. L. Mercier** a constaté la présence d'un exoplasme dans les cellules épithéliales de la queue du têtard de *Rana temporaria*. — **M. Th. Guilloz** indique une méthode de radiographie stéréoscopique sans stéréoscope, au moyen d'un réseau, et présente des épreuves ainsi obtenues.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 20 Décembre 1904.

M. A. Briot n'a pas décelé de venin dans les épines de la Rascasse (*Scorpoena*). — **M. L. Bordas** a reconnu que les glandes dites salivaires de la Nèpe cendrée n'ont aucun rapport avec le tube digestif; ce sont des glandes appendiculaires ou glandes maxillaires. — **M. C. Oddo** met en évidence l'absence de dirotisme dans le pouls lent permanent.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 Janvier 1905.

M. V. Crémieu présente un calorimètre de Bunsen, modifié en vue de le rendre plus maniable pour les expériences de cours. En premier lieu, les enveloppes protectrices ordinaires, très encombrantes, ont été remplacées par un cylindre de Dewar. Sous un très faible volume, ce cylindre est assez efficace pour permettre de conserver le manchon de glace du calorimètre pendant trois jours. En second lieu, le tube capillaire indicateur, dont la projection est difficile et ne permet pas de mesures exactes, a été coupé en deux parties; entre ces deux parties, on interpose une petite cuve à faces parallèles, remplie d'eau. Les extrémités capillaires pleines de mercure oubatissent ainsi dans un liquide transparent. Toute variation thermique au sein du calorimètre s'accompagnera d'une chute de gouttes de mercure par l'une ou l'autre des extrémités des tubes immergés dans l'eau. Le réglage est rendu très facile, par le robinet de M. Villard pour un des côtés, et par un robinet fixé à la partie inférieure de la cuve à eau, pour l'autre côté du tube capillaire. On projette les extrémités du tube capillaire. La projection est très facile et très nette. Elle permet, de plus, de faire, au cours, des mesures assez précises. Il suffit, en effet, de compter une fois pour toutes le nombre de gouttes de mercure qui tombent pour une variation thermique de 1 calorie. La mesure d'une quantité de chaleur reviendra alors à compter un nombre de gouttes, ce qui est facile. **M. Crémieu** indique ensuite comment, au cours de **M. Bouty**, il a appliqué le calorimètre ainsi modifié à deux expériences, qu'on n'avait pas encore réalisées publiquement, d'une manière précise. Ce sont : 1° La mesure de l'équivalent mécanique de la chaleur, par une méthode dérivée de celle de **M. Miclescu**; 2° L'expérience de Joule sur la détente des gaz dans le vide. — **M. G. Berlemont**: Modifications aux trompes à mercure. 1° Dans les modèles de trompes à remontage automatique du mercure par la trompe à eau, suivant le réglage de la rentrée d'air, le mercure se trouvant brassé dans l'air conservait des molécules d'air qui étaient rappelées par le vide de la trompe et limitaient ainsi le vide, puisqu'elles se renouvelaient continuellement. Pour éviter ces bulles d'air, **M. Berlemont** a adapté à la trompe, sur les indications de **M. Debière**, un type de purgeur sans robinet permettant d'éliminer complètement toutes traces d'air. Ce purgeur peut s'adapter à tout appareil de son modèle sans autre complication qu'un réglage de rentrée d'air; il est complètement indépendant de la trompe à mercure même. 2° Un inconvénient des trompes à mercure qui fonctionnent fréquemment est la casse des tubes à l'endroit où le mercure vient frapper en coup de marteau lorsque le vide est déjà avancé, cet inconvénient étant grave, parce que cet accident se produit généralement à la fin d'une expérience et oblige ainsi non seulement à recommencer, mais à réparer une trompe. Pour éviter cette casse, **M. Berlemont** soude entre deux tubes de verre capillaire un tube de platine de 0^m,20 de longueur à la hauteur où se produit le choc; de cette façon, tout accident de casse est éliminé. Une trompe montée ainsi fonctionne depuis trois mois, une moyenne de huit à douze heures par jour, sans qu'il y ait de tube cassé. — **M. A. d'Arsonval** présente la lampe à lumière oxy-acétylénique de la Compagnie française de l'Acétylène dissous. La haute température produite par le chalumeau oxy-acétylénique avait de suite fait penser à l'utiliser à la production de la lumière par incandescence, mais on fut vite arrêté par la fusibilité des matières habituellement employées dans ce genre d'éclairage. La chaux, la magnésie sont creusées en quelques minutes par le jet du chalumeau. On essaya d'obvier à cet inconvénient en animant le bâton de chaux d'un mouvement de rotation; mais, outre la complication du chalumeau, la solution cherchée n'était pas atteinte, car, sous l'influence de la

chaleur, la chaux se fend et, lorsque le jet de flamme tombe dans cette fente, l'intensité lumineuse varie considérablement; les impuretés contenues dans la chaux agissent de la même manière. La vraie solution était donc de trouver une matière résistante à cette haute température. En mélangeant certaines terres rares et en leur faisant subir un traitement approprié, la Compagnie française de l'Acétylène dissous a obtenu cette matière. Moulée sous forme de pastilles de 15 millimètres de diamètre environ, elle permet, avec un chalumeau consommant 30 litres d'acétylène à l'heure, d'obtenir une intensité lumineuse d'environ 1.500 bougies. — Le même auteur décrit un *nouveau procédé de fabrication de l'oxygène comprimé, au moyen du générateur autocompresseur de la Compagnie française de l'Acétylène dissous*. Ce procédé permet d'obtenir directement de l'oxygène sous pression, sans grandes manipulations, et ne nécessite pas l'emploi d'une pompe de compression. L'oxygène se trouve produit par la combustion d'agglomérés se faisant dans l'intérieur d'un réservoir étanche. L'oxygène se comprime de lui-même au moment de sa production. Ces agglomérés se composent d'un mélange de chlorate de potasse avec une substance inerte et une proportion très faible d'un corps combustible, la chaleur dégagée par ce corps en brûlant étant suffisante pour décomposer complètement tout le chlorate de potasse et mettre l'oxygène en liberté. La matière inerte sert à ralentir la décomposition. Ces agglomérés se présentent sous la forme de petits cylindres de 30 millimètres de diamètre et 55 millimètres de longueur; ils dégagent 18 litres environ d'oxygène et leur combustion dure deux minutes; ils sont inaltérables à l'air. L'appareil servant à brûler ces agglomérés est désigné sous le nom de *générateur autocompresseur d'oxygène*; il se compose d'un corps cylindrique en acier éprouvé à une forte pression; au centre se trouve un tube destiné à recevoir les agglomérés et qui se termine par une tubulure sur laquelle se monte un couvercle serré par un étrier pour assurer l'étanchéité; à côté de cette tubulure se trouve le robinet servant à la prise du gaz. Ce générateur permet donc de préparer de l'oxygène à un instant quelconque et de s'en servir au moment opportun. — **M. G. Meker** présente de *nouveaux brûleurs de laboratoire applicables au chauffage à température élevée*. Ces brûleurs tendent à réaliser le principe de brûler aussi complètement que possible une quantité de gaz maxima dans un volume de flamme minima. Les formes et dimensions de ces brûleurs ont été déterminées expérimentalement, de façon à obtenir un mélange intime du gaz et de l'air, contenant une quantité d'air suffisante pour que la flamme obtenue produise un maximum d'effet calorifique. La pièce la plus caractéristique du système est un dispositif cellulaire, comparable à un nid d'abeilles dont les cellules seraient de section carrée, fermant le brûleur à sa partie supérieure, et traversé par le mélange gazeux immédiatement avant son inflammation. La flamme obtenue est homogène et très chaude; on doit l'utiliser à partir de quelques millimètres de sa base. Les résultats obtenus sont comparables à ceux du chalumeau ordinaire, la consommation de gaz étant cependant beaucoup diminuée. Sous forme de brûleur à sodium, ils permettent d'obtenir des flammes très riches en rayons jaunes. Leur adaptation à l'éclairage fournit aussi d'excellents résultats. Les mêmes brûleurs disposés pour employer l'air comprimé conduisent à des résultats nouveaux. Suivant la pression de l'air employé, on peut brûler dans le même volume de flamme une quantité plus ou moins grande de gaz et obtenir des températures plus ou moins élevées. Avec de l'air à 100 grammes par centimètre cube, on arrive à la fusion du nickel (1.470°) en creuset. Avec de l'air sous 2 kilogs, on arrive en creuset à des températures voisines de 1.700°, qui n'ont pu encore être déterminées. On arrive aussi à la fusion directe du platine en masses dans des fours en chaux, avec de l'air à une pression de 2 kilogs à 3 kilogs.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 23 Décembre 1904.

M. G. Darzens communique ses travaux sur la réduction des cétones par la méthode catalytique de Sabatier et Senderens. A l'aide d'un catalyseur préparé vers 300°, on transforme facilement les cétones aromatiques en carbures benzéniques correspondants, sans production de dérivés hexahydrogénés. C'est ainsi que l'acétophénone donne de l'éthylbenzène, la p-crésylméthylcétone donne le p-éthyltoluène. En continuant ce travail avec les cétones grasses saturées, M. Darzens a observé la résistance remarquable de ces corps vis-à-vis du catalyseur hydrogénéant. Au contraire, les cétones grasses non saturées se transforment avec la plus grande facilité en cétones saturées correspondantes. L'oxyde de mésityle donne l'isobutylméthylcétone; la méthylhepténone naturelle, ainsi que la méthylhepténone synthétique donnent l'isohexylméthylcétone. — **M. Gabriel Bertrand** a reproduit synthétiquement la sorbiérite, le nouveau sucre cristallisé du jus de sorbes, qu'il a montré, récemment, être un isomère de la sorbite et de la mannite. Cette synthèse fixe la formule de structure de la sorbiérite, qui se trouve être la d-idite de MM. E. Fischer et W. Fay. M. G. Bertrand obtient la sorbiérite artificielle en réduisant le sorbose en milieu acide par l'amalgame de sodium. Le mélange des deux hexites stéréoisomères, ainsi obtenues, est oxydé par culture avec la bactérie du sorbose; la d-sorbité disparaît, tandis que la sorbiérite ou d-idite résiste. On l'extrait sous forme d'acétal benzoïque. Elle possède la composition et tous les autres caractères du produit naturel. La synthèse de la sorbiérite à partir du sorbose enlève, de même, les derniers doutes au sujet de la structure de ce dernier sucre. — **M. Nicolardot** expose ses recherches sur l'éthylate ferrique de Grimaux, qui serait, si son existence est certaine, le corps de Graham en solution alcoolique. En préparant l'éthylate ferrique dans les mêmes conditions que Grimaux, on n'obtient jamais du chlorure de sodium pur, mais un précipité ferrugineux. La liqueur brune qui surnage, et qui devrait être l'éthylate ferrique, renferme toujours du chlorure. En ajoutant une quantité d'éthylate de sodium deux fois, trois fois et même cinq fois plus grande, il se forme toujours un précipité ferrugineux et une solution brune très foncée contenant du chlorure, mais dans laquelle le rapport du fer au chlore augmente constamment. On arrive ainsi à un terme limite identique (au point de vue de la teneur en chlore) à celui qui fournit la dialyse des composés bruns préparés en solution aqueuse par l'ébullition du chlorure ferrique étendu. La dilution, le temps et la dialyse ont, sur ces solutions alcooliques, une influence analogue à celle observée sur les composés de M. Béchamp. Enfin, des résultats comparables ont été obtenus en étudiant l'action de l'éthylate de sodium sur le chlorure d'aluminium anhydre en solution dans l'alcool absolu. — **M. A. Wahl** donne quelques détails complémentaires sur la préparation des éthers dicébutyriques qu'il a décrite en collaboration avec M. Bouveault. Quand on distille dans le vide le produit de la réaction de l'anhydride nitreux sur l'éther acétylacétique, on obtient, à côté du dicébutyrate d'éthyle (Eb. 70° sous 13^{mm}), un liquide épais, Eb. 145° sous 20^{mm}. C'est l'acétate du nitrosoacétylacétate d'éthyle: $\text{CH}_3\text{CO.C}(\text{AzO.CO CH}_3)\text{CO}^2\text{C}^2\text{H}_5$. Le produit synthétique obtenu en traitant le nitrosoacétylacétate d'éthyle par l'anhydride acétique est identique avec lui. — **M. Posternak** indique une méthode pour isoler les grains d'aleurone à l'état de pureté, et communique les résultats d'analyse de quelques préparations provenant des semences de sapon rouge, de chènevis, de tournesol et de lupin blanc. En dehors de l'azote, on y trouve constamment des quantités considérables de phosphore, de potassium, de magnésium, des quantités moins grandes de calcium, de fer, et, ce qui est surtout frappant, de silicium et de manganèse. Il devient

donc nécessaire d'élargir la conception courante du grain d'aleurone, qui ne représente pas uniquement la matière azotée de réserve, mais aussi tous les éléments minéraux considérés comme indispensables au développement d'une plante. — **M. Brunel** avait montré, dans une communication précédente, qu'en faisant agir l'iode et l'oxyde de mercure sur le cyclohexène en présence d'un alcool R.OH, il se faisait un composé $\text{I.C}^6\text{H}^{10}.\text{OR}$, à la fois éther-oxyde et étheriodhydrique d'un cyclohexanediol. **M. Brunel** montre qu'en remplaçant l'alcool par un anhydride d'acide organique il se fait une réaction analogue, donnant naissance à un dérivé de glycol qui est éther iodhydrique et éther-sel. Par exemple, en employant l'anhydride acétique, on obtient l'éther $\text{I.C}^6\text{H}^{10}.\text{O.CO.CH}_3$. On peut, d'ailleurs, dans la préparation, remplacer le mélange anhydride + oxyde mercurique par le sel mercurique neutre correspondant. Les corps obtenus sont des éthers de l' α -cyclohexanediol-1:2 de Markownikoff. — **M. Brunel** fait connaître les premiers résultats qu'il a obtenus dans l'étude du thymomenthol, préparé par hydrogénation du thymol au moyen de la méthode de MM. Sabatier et Senderens. Cet alcool est un liquide huileux à odeur de menthe, de densité 0,913 à 0°, cristallisant en masse vers -10°, fondant ensuite vers 0°. Il bout à 215°, 5-216°. Il donne avec les acides phtalique et succinique des éthers acides parfaitement cristallisés, fondant respectivement à 128° et 80°. Ces deux éthers sont solubles dans les alcalis aqueux dilués. Ils sont précipités en solution alcaline concentrée. Les solutions alcalines renfermant un petit excès d'alcali, tiédies légèrement, mettent en liberté le thymomenthol qui vient surnager. Mais le corps obtenu n'est pas identique au thymomenthol qui a servi à la préparation de l'éther. Ce nouveau thymomenthol cristallise en longues aiguilles fusibles à 28°. Il bout à 217°. Il a une odeur de menthe. Avec les anhydrides succinique et phtalique, il donne des éthers identiques à ceux qui ont servi à le préparer. Il y a donc eu stéréoisomérisation lors de l'éthérisation du thymomenthol liquide. Ces deux alcools, traités par le bisulfate de potassium ou l'anhydride phosphorique, donnent naissance à un thymomenthène $\text{C}^{10}\text{H}^{18}$, bouillant à 167-168°, de densité 0,823 à 0°. Enfin, les deux alcools précédents donnent par oxydation chromique la même cétone. Cette thymomenthone bout à 212-213°. Son oxime fond à 80°; sa semicarbazone fond à 159°. — **M. Tassilly** présente un nouveau système de chauffage à l'usage des laboratoires, inauguré par M. Méker, et indique les avantages que présentent ces appareils fonctionnant à l'air libre ou à l'air soufflé.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 17 Novembre 1904 (suite).

M. James Walker : *Théorie des électrolytes amphotères*. Dans un Mémoire précédent¹, l'auteur a montré qu'il est possible d'exprimer les concentrations des ions présents dans la solution aqueuse d'un électrolyte amphotère en fonction de la concentration de la substance non ionisée, des constantes de dissociation de la substance agissant comme acide et comme base respectivement, et de la constante d'ionisation de l'eau. Dans ce Mémoire-ci, les valeurs pour les acides aminobenzoïques ont été calculées de nouveau, et l'auteur a obtenu une concordance plus étroite entre la théorie et l'expérience que celle qui semblait exister lors des calculs précédents. Comme il est d'importance fondamentale de connaître la concentration de la proportion non ionisée d'un électrolyte amphotère en solution pour l'application de la théorie, l'auteur donne une table des valeurs de cette grandeur avec des constantes différentes et une concentration totale. D'après cette table, il semble que, lorsque les constantes acides

et basiques ont des valeurs rapprochées, la dilution n'a pas d'effet sur l'ionisation totale d'un électrolyte amphotère, quoique les proportions des deux ions positifs et, par conséquent, la conductivité moléculaire puissent varier beaucoup. Pour une série d'électrolytes amphotères avec un produit $k_a k_b$ constant (k_a représentant la constante acide et k_b la constante basique), on peut montrer que la variation simultanée de $1/k_a k_b$ et de v dans le même rapport n'a pas d'effet sur l'ionisation totale. De ce fait et des résultats précédents, on peut déduire que, dans une telle série, commençant avec une valeur excessivement faible de k_b , l'ionisation totale cesse lorsque k_a diminue et k_b augmente, la diminution de l'ionisation étant d'abord rapide, ensuite devenant plus lente jusqu'à ce que, sur un intervalle assez étendu, elle soit pratiquement constante et égale à la valeur minimum qui est actuellement atteinte lorsque $k_a = k_b$. A ce point, la substance est absolument neutre. Lorsque k_a diminue encore, et que k_b augmente, l'ionisation commence à s'élever, très lentement tout d'abord, et les substances considérées prennent un caractère de plus en plus basique. Finalement, l'ionisation progresse rapidement, et l'on se trouve enfin en présence d'une simple base pour laquelle k_a est infiniment petit. Cette théorie a été appliquée à l'acide cacodylique et à l'asparagine, et a donné une concordance satisfaisante avec les résultats expérimentaux.

Séance du 24 Novembre 1904 (suite).

M. H. A. Webb : La convergence des séries infinies de fonctions analytiques. — **MM. H. T. Barnes** et **E. G. Coker** : *L'écoulement de l'eau à travers les tubes*. On sait que, lorsque de l'eau coulant dans un tube de 2 à 3 mm. de diamètre est chauffée électriquement par un fil conducteur central, la chaleur est emportée par le courant rapide qui forme un manchon d'eau chaude autour du fil, tandis que les parois ne reçoivent presque pas de chaleur. Si la chaleur est appliquée à l'extérieur du tube, l'eau chauffée reste en contact avec la paroi interne de ce tube et l'eau qui coule au centre possède une température très inférieure. Mais, si le flux est augmenté suffisamment pour rompre les lignes de courant, il en résulte des mouvements tourbillonnaires ou sinueux, et la distribution de la chaleur à travers toute la colonne d'eau devient uniforme. Le point de changement est très net; c'est ce que Reynolds a appelé la vitesse critique. Celle-ci peut varier suivant que l'eau qui pénètre dans le tube est tranquille ou plus ou moins troublée. Reynolds a calculé et vérifié expérimentalement que la vitesse critique varie en raison inverse du diamètre des tubes et qu'elle obéit à la loi de Poiseuille. Dans les expériences des auteurs, faites avec de l'eau absolument tranquille, on a trouvé que les lignes de courant se maintenaient, dans plusieurs cas, à des vitesses bien supérieures à celles qu'on déduit de la loi de l'inverse du diamètre, et que la limite supérieure de la vitesse critique diminue un peu plus rapidement avec l'augmentation de température que ne le voudrait la loi de Poiseuille. Les auteurs ne pensent pas que cela infirme les lois de Reynolds; ces résultats montrent seulement l'instabilité de la limite supérieure du flux avec ligne de courant et son étroite dépendance des perturbations de l'eau. — **MM. C. H. Burgess** et **A. Holt** : *Quelques caractères physiques des borates de soude, avec une méthode nouvelle et rapide pour la détermination des points de fusion*. Les verres obtenus par la fusion du carbonate de soude avec l'anhydride borique peuvent être transformés totalement ou en partie, par chauffage prolongé, en variétés cristallines stables qui fondent invariablement à des températures plus élevées que les verres dont ils proviennent. L'étude des points de fusion des formes cristallines et vitreuses des mélanges de différentes compositions conduit à la conclusion que deux borates de soude peuvent seuls être obtenus par la fusion : $\text{Na}_2\text{O}.\text{B}_2\text{O}_3$ et $\text{Na}_2\text{O}.\text{B}^2\text{O}_3$. L'addition de Na_2O à l'anhydride borique produit tout d'abord une solution

¹ Voir *Nature*, 7 avril, 1904, t. LXIX, p. 543.

du borate $\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{B}_2\text{O}_3$ dans l'anhydride borique. Ce dernier devient alors sursaturé, et le borate en excès se sépare si l'on chauffe pendant quelque temps. La quantité qui se sépare continue à augmenter jusqu'à ce que le mélange ait la composition du $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ presque pur; alors la cristallisation complète se produit. Entre ce point et le composé $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$, les formes cristallines paraissent être les solutions solides des deux borates ci-dessus mentionnés, le borax anhydre lui-même formant presque le point eutectique. Dans les mélanges contenant plus de soude que $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3$, les cristaux semblent être des solutions solides de ce composé avec le carbonate de soude. Les verres paraissent être les formes surfondues et métastables des cristaux. Les analyses des verres et des cristaux de diverses compositions confirment les observations provenant des points de fusion. La méthode employée pour obtenir le point de fusion consiste essentiellement à chauffer électriquement un fil de platine, auquel on suspend un petit morceau de la substance à examiner. On attache un faible poids au morceau de substance. Lorsque le fil est chauffé jusqu'au point de fusion de la substance, le morceau et le poids tombent. On détermine la résistance du fil à ce moment, et d'après elle la température. Cette méthode a donné des résultats satisfaisants pour les substances comme le verre, qui jusqu'ici n'ont pas été supposées fondre à une température déterminée.

Séance du 1^{er} Décembre 1904 (suite).

MM. Robert Muir et H. Browning : *La combinaison chimique et l'action toxique dans le sérum hémolytique.* Ce mémoire traite du mode d'action des compléments — ces corps relativement instables présents dans le sérum des animaux normaux, et qui sont les substances actives dans l'hémolyse et la bactériolyse. Vis-à-vis des corpuscules rouges traités avec un corps immunisant convenable (l'anti-substance développée par l'injection de ces corpuscules dans un animal d'une autre espèce), un complément peut être considéré comme une toxine, et déjà beaucoup de points de ressemblance dans la constitution des toxines et des compléments ont été mis en évidence. La dose hémolytique d'un complément particulier varie beaucoup avec des corpuscules différents, lorsque chaque variété est traitée par le corps immunisant correspondant; aussi le but des auteurs a-t-il été de rechercher si de telles variations de dosage sont dues aux variations des affinités de combinaison des compléments ou aux variations de leur action toxique. Par exemple, la dose hémolytique du complément du cochon d'Inde est dix fois plus grande avec ses propres corpuscules qu'avec ceux du bœuf; les auteurs montrent, par des méthodes quantitatives, que, dans le premier cas, toute la dose du complément entre en combinaison avec les corpuscules du cochon d'Inde (par le moyen du corps immunisant); il n'y a pas défaut d'affinité de combinaison du complément, mais son action toxique est faible. On a obtenu un résultat semblable avec chacun des trois sérums soumis aux recherches : non-sensibilité relative des corpuscules d'un animal vis-à-vis de son propre complément; dans un cas, il y avait aussi un défaut du pouvoir de combinaison du complément. Tous les résultats tendent à confirmer l'importance de la distinction de ces deux facteurs dans l'action d'un complément, qui correspondent avec les deux groupements atomiques principaux désignés par Ehrlich sous les noms d'« haptophore » ou combinant et de « zymotoxique ». En ce qui concerne la biologie générale du sujet, on peut noter que « personne n'a encore réussi à produire une anti-substance ou un corps immunisant en injectant à un animal ses propres corpuscules ou ses cellules; un tel corps, avec l'aide du complément, produirait la destruction de ces cellules. C'est manifestement une protection contre l'auto-empoisonnement; Ehrlich l'a nommé *Autotoxius horror*. Les résultats obtenus par les auteurs, si on les généralise, indiquent

raient que, même si quelque substance agissant comme un corps immunisant apparaissait, il y a une protection grâce à laquelle le complément d'un animal produirait comparativement peu d'effet dangereux.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 14 Décembre 1904.

M. V.-H. Veley montre que, lorsque des solutions aqueuses de sels d'ammonium sont chauffées à leur point d'ébullition, le dégagement d' AzH_3 et l'acidité concomitante des solutions ne résultent pas d'une dissociation directe, mais d'une simple hydrolyse. — **M. A.-E. Dunstan** vérifie ses précédentes conclusions sur la viscosité des mélanges liquides par une série d'expériences sur les mélanges : alcool allylique et eau, alcool propylique et eau, glycol et eau, acide lactique et eau, benzène et acide acétique, benzène et alcool propylique. — **M. J.-C. Cain** a étudié l'action de la chaleur sur la solution du sel de diazonium préparé au moyen de l'éthoxybenzidine et a reconnu qu'un groupe diazonium est substitué normalement par un hydroxyle tandis que l'autre reste intact. — **M. P.-C. Ray**, en traitant le nitrite de dimercurammonium $\text{AzHg}_2\text{AzO}_2$ par un oxy-acide, a constaté que le groupe AzO_2 est simplement remplacé par l'ion acide correspondant. Il a ainsi obtenu le sulfate $(\text{AzHg}_2)^2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ et le phosphate $\text{AzHg}_2\text{HPO}_4$ de la série. — **MM. R. Meldola et L. Eynon** ont trouvé que la plupart des amines diazotées, traitées en solution aqueuse par une solution concentrée de chromate de soude, donnent des précipités cristallins de chromates de diazonium. Les diamines fournissent des chromates analogues, qui se combinent avec les phénols et les amines pour former des composés amino-azoïques. — **M. S. Ruhemann** a observé qu'en employant la pipéridine ou l'éthylate de soude comme agent catalytique, les mercaptans réagissent sur les cétones mono-oléfiniques pour former des produits d'addition. En présence de pipéridine, la dibenzylidène-acétone, cétone dioléfinique, donne un composé avec deux molécules de mercaptan. — **MM. Th. S. Patterson et F. Taylor** ont préparé l'acétate de menthyle, le *d*-tartrate et le diacétyl-*d*-tartrate de *l*-menthyle et en ont mesuré la rotation entre 0° et 100° . Ces composés ne présentent pas une température de rotation minimum comme le menthol.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 26 Octobre 1904.

MM. S. R. Trotman et J. E. Hackford présentent une étuve électrique pour laboratoires. La chaleur est fournie par une lampe électrique de 16, 32 ou 50 bougies.

Séance du 23 Novembre 1904.

M. S. R. Trotman a reconnu que la plupart des échantillons de sumac du commerce contiennent une proportion de fer qui peut aller jusqu'à 0,25 %. Ce fer provient du broyage de la feuille entre des rouleaux de pierre portés par des tiges de fer. En soumettant la poudre de sumac à une énergique ventilation et en la traitant par des électro-aimants puissants qui attirent le fer et l'oxyde de fer magnétique, on peut réduire la proportion des cendres à 6,5 % (où la silice compte pour 0,75 % et le fer pour 0,15 %). La proportion de fer combinée dans la feuille ne paraît pas dépasser 0,1 %.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 21 Octobre 1904.

M. J. R. Mardick rappelle que toutes les méthodes d'analyse des extraits tannants sont empiriques et que

la poudre de peau absorbe non seulement les tannins, mais aussi une part de non-tannins; il en résulte que les tanneurs ne peuvent fabriquer des cuirs qui correspondent au pourcentage de tannins trouvé par les chimistes. Il lui paraît que la méthode d'analyse qui donne les meilleurs résultats utilisables par la pratique est la méthode officielle de l'Association des Chimistes agronomes américains.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 25 Octobre 1904.

M. Th. Gray a étudié les différentes méthodes en usage pour la mesure des hautes températures. Pour des observations qui ne dépassent pas 1.000°, la méthode calorimétrique, avec un cylindre en fer, lui a rendu de bons services. Pour des températures plus hautes, on peut employer un cylindre de platine; mais il faut éviter soigneusement les pertes de chaleur dans le transfert du fourneau au calorimètre. Pour éviter cette cause d'erreur, l'auteur préfère utiliser les cônes de Seger entre 1.000° et 1.800° C. Comme moyen continu d'indication et d'enregistrement des températures jusqu'à 1.600°, la méthode thermo-électrique est la plus utile. Jusqu'à 1.000°-1.200° et aux basses températures, le thermomètre à résistance de platine donne les mesures les plus exactes. Enfin, au-dessus de 1.600°, il faut employer un pyromètre optique; celui de Wanner a donné de bons résultats.

Séance du 6 Décembre 1904.

M. H. Ingle discute les méthodes, d'ailleurs peu nombreuses, d'essai des linoléums et conclut que la détermination de l'absorption d'eau de deux échantillons de linoléum appartenant à la même classe est un bon moyen de connaître leurs valeurs relatives de résistance à l'usure.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 9 Décembre 1904.

M. E. Gehrcke vient d'étudier l'influence des oscillations électriques sur la largeur des raies spectrales les plus fines. M. Lilienfeld a récemment réussi à mettre en évidence par l'analyse spectrale l'argon contenu dans l'air. Cet intéressant résultat était dû à ce que le tube spectral sans électrodes dont se servait ce savant était excité non pas par l'effluve ordinaire, mais par les oscillations d'un circuit de vibrations électriques. Le tube spectral étant disposé en dérivation par rapport à la self-induction du circuit en question, le circuit de vibration pouvait accomplir ses oscillations presque sans perturbation aucune, l'énergie traversant le tube étant très petite par rapport à l'énergie du circuit. Or, l'auteur s'est proposé d'étudier la structure que prennent les raies spectrales les plus fines lorsqu'on se sert de l'excitation précitée par oscillations électriques. Les observations de plusieurs expérimentateurs antérieurs faisaient, en effet, prévoir des modifications générales sous l'influence d'une modification de la méthode par laquelle est produite la luminescence. M. Gehrcke s'est servi de plusieurs tubes droits renfermant des capillaires d'environ 1 millimètre de diamètre intérieur. Des couches de feuilles d'étain disposées à l'extérieur servaient d'électrodes. Les spectres de l'hydrogène, de l'hélium, du sodium, de l'argon et du mercure ont été recherchés, un circuit vibratoire analogue à celui de M. Lilienfeld et actionné par une bobine d'induction servant comme exciteuse. Un spectroscopie à interférence, du type indiqué par l'auteur et M. Lummer, a été employé dans ces expériences, dont voici les résultats: les raies spectrales, plus ou moins bien définies dans le cas d'un effluve ordinaire, s'élargissent d'une façon frappante si l'excitation est due au circuit vibratoire. Cet élargissement est maximum dans le cas de l'hydrogène, étant supérieur à la

région de dispersion du spectroscopie à interférence. L'explication qui se présente à l'esprit est que la température du gaz au moment du passage des oscillations s'élève à une hauteur anormale. En admettant encore que l'élargissement des raies se produit exclusivement en vertu du principe de Doppler, une limite inférieure de la température pourrait être calculée. Les calculs de l'auteur donneraient une température d'environ 17.000° comme limite inférieure, température fort élevée en comparaison de celle de la lumière positive dans la décharge lumineuse ordinaire. Aussi, il paraît probable que d'autres causes, telles que la rotation du centre d'émission ou la décomposition de l'atome en sous-atomes, jouent également un rôle dans les phénomènes dont il vient d'être question.

Séance du 30 Décembre 1904.

M. H. Rubens fait la démonstration des ondes acoustiques stationnaires à l'aide des flammes manométriques. L'extrême sensibilité que présentent les bacs de gaz brûlant sous un excès de pression très faible, relativement aux variations de pression intérieures ou extérieures, et qui suffit à mettre en évidence la différence de pression atmosphérique même pour une variation d'altitude de quelques centimètres, a engagé l'expérimentateur à employer ces flammes pour l'étude des ondes acoustiques stationnaires. Il est vrai qu'afin d'utiliser leur sensibilité tout entière, il faut renoncer à l'emploi des capsules à diaphragmes de M. König, produisant les vibrations acoustiques au sein même du gaz d'éclairage. M. Rubens se sert d'un tube de laiton de 4 mètres de longueur et de 8 centimètres de diamètre, fermé d'un côté par une plaque de laiton et de l'autre par une membrane élastique. Un dispositif télescopique permet de varier la longueur totale du tube d'environ 50 centimètres. Un tube de raccord latéral servait à amener le gaz. Sur la ligne latérale la plus élevée du tube, on avait disposé une série rectiligne de cent trous d'un diamètre de 2 millimètres, pratiqués dans la paroi du tube à des distances égales à 3 centimètres. Après avoir fait pénétrer le gaz d'éclairage à travers le raccord pendant environ deux minutes, on allume sans danger d'explosion la série de petites flammes auxquelles on donne une hauteur d'environ 1 centimètre en réglant la pression du gaz. Or, lorsqu'on vient à actionner une source acoustique quelconque à proximité de la plaque de laiton fermant le tube, il se forme dans ce dernier des ondes stationnaires manifestées avec une beauté et une précision étonnantes par les différences d'intensité et de grandeur des flammes. La longueur du tube tout entière se trouve divisée en sections égales, et qui correspondent chacune à une demi-onde. Au milieu de chaque section pareille les flammes prennent une hauteur de quelques centimètres plus grande et une clarté éclatante, alors qu'au bout elles sont très petites et peu lumineuses. Dans le cas d'une excitation acoustique intense, le bout du tube fermé par la plaque de laiton présente à l'endroit où l'oscillation de pression est maxima un maximum d'intensité lumineuse, suivi par d'autres maxima à des distances de $\frac{\lambda}{2}$. Lorsqu'au contraire la source acoustique est faible, le phénomène en question est parfaitement renversé. Dans le cas de ce second régime, les flammes sont parfaitement continues, tandis que dans le cas considéré antérieurement elles sont nettement ondulatoires. — **M. O. Krigar-Menzel** présente une contribution à la théorie des tubes acoustiques de M. Rubens dont il vient d'être question, donnant une explication au moins qualitative des remarquables phénomènes caractéristiques du « second régime ». L'auteur croit que ce régime est dû au frottement sur les parois du tube de la masse gazeuse oscillant en direction longitudinale, frottement qui empêche la couche adhérente à la paroi de prendre la vitesse normale, qui, au contraire, se développe librement dans les couches axiales. Le déplacement des couches gazeuses

ainsi produit engendrait dans les régions périphériques de la colonne gazeuse des tourbillons poussant le gaz vers la paroi du tube où se produit un excès de pression. En se basant sur cette hypothèse, l'auteur fait quelques calculs approximatifs confirmant sa manière de voir. — **M. E. Meyer** présente un mémoire sur la perméabilité de l'argon relativement au rayonnement ultra-violet. L'appareil dont il se sert est identique à celui qu'il vient d'employer dans le cas de l'ozone; c'est le photomètre photo-électrique indiqué par **M. H. Kreisler** (*Annalen der Physik*, t. VI, p. 412, 1901). Le tube d'absorption était un tube de verre de 21,2 cm. de longueur et de 3,9 cm. de diamètre, fermé à ses extrémités par des plaques de quartz d'environ 4 millimètres d'épaisseur. Après avoir rempli ce tube d'un mélange d'argon et d'azote, l'auteur mesure l'extinction du rayonnement soit avec, soit sans le tube à gaz sur le passage des rayons. Les résultats de **M. Meyer** font voir que l'argon ne présente pas d'absorption appréciable relativement au rayonnement ultra-violet entre $\lambda = 186 \mu\mu$ et $\lambda = 300 \mu\mu$; dans tous les cas, cette absorption, dans les conditions étudiées par l'auteur, ne saurait dépasser 3,2 %. L'air atmosphérique renfermant environ 1 % d'argon, ce dernier ne saurait jouer de rôle sensible dans l'absorption des rayons du Soleil de courte longueur d'onde. Aussi l'hypothèse de **M. Hartley**, d'après laquelle la substance renfermée dans l'atmosphère et à laquelle on attribue la fin brusque du spectre solaire pour $\lambda = 293 \mu\mu$ serait identique à l'argon, devra être définitivement rejetée.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 1^{er} Décembre 1904.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. E. von Schweidler** communique ses mesures sur l'électricité atmosphérique faites sur le Walchensee pendant l'été 1904. La dispersion et les charges ioniques sont représentées par des valeurs assez concordantes avec celles qui résultent des observations faites sur le Mattsee en 1902 et 1903. — **M. A. Boltzmann** a déterminé la dispersion de l'électricité par les électrons de l'air atmosphérique au cours d'un voyage d'Europe en Amérique. Les valeurs obtenues sur mer sont à peu près du même ordre que celles qu'on obtient sur terre. — **MM. S. Meyer et E. von Schweidler** communiquent leurs recherches sur la variation dans le temps de l'activité des substances radio-actives; ils arrivent à la conclusion que le radiotellure et le plomb radio-actif sont deux substances identiques. — **M. F. Meingast**, en condensant l'acide lévulique avec l'isobutyraldéhyde en présence de NaOH diluée, a obtenu un acide non saturé $(\text{C}_6\text{H}_7)^2\text{CH}:\text{CH}:\text{CO}:\text{CH}^2:\text{CH}^2:\text{CO}^2\text{H}$, donnant par oxydation de l'acide succinique et de l'acide isobutyrique. — **M. Zd. H. Skraup** a reconnu que, par hydrolyse, la gélatine ne donne pas les acides caséiniques, caséiniques, oxyaminosucciniques et dioxyaminosucciniques qu'on obtient dans l'hydrolyse de la caséine, mais fournit, par contre, en grande quantité, les acides diaminoglutariques isomères qui ne se forment qu'en minime quantité dans l'autre cas. L'auteur a obtenu, en outre, un acide nouveau $\text{C}^{12}\text{H}^{25}\text{Az}^3\text{O}^{10}$. — **M. R. Kremann** communique le diagramme de fusion des mélanges d'anthracène et d'acide picrique. — Le même auteur montre que la saponification des éthers en solution alcoolique est aussi une réaction complète, quoique environ mille fois plus lente qu'en solution aqueuse. La saponification dans les alcools supérieurs à faible constante diélectrique et haut frottement interne a lieu plus rapidement. — **M. F. von Hemmelmayr** a constaté que l'acide mononitrorésorcylrique (nitro-3:5-dioxy-2:4-benzène-carbonique), obtenu par nitration de l'acide β -résorcylrique, fournit, quand il est soumis à la nitration ultérieure, l'acide dinitrorésorcylrique, donnant par ébullition avec l'eau la dinitrorésorcine. — **M. H. Ott**

a reconnu que les bases de Schiff, quelles que soient les aldéhydes et bases aromatiques dont elles proviennent, perdent, sous l'action de la phénylhydrazine ou de ses dérivés à la température ordinaire, le reste aniline et forment les hydrazones correspondantes. — **M. A. Brezina** montre que, dans le fer météorique de Narrabura (Australie), les lamelles dodécédriques de schreibersite forment le constituant dominant du tissu; il en est de même de plusieurs autres fers.

2^o SCIENCES NATURELLES. — **M. J. Neumann** a examiné un certain nombre de figures en argile et de vases anthropomorphiques trouvés dans les tombeaux des Incas au Pérou. Ces objets portent des représentations de pertes de substance, principalement au nez et à la lèvre supérieure. Celles-ci ne peuvent être attribuées qu'à la syphilis, et l'auteur estime que l'existence précolombienne de cette affection dans le Nouveau-Monde ne saurait être mise en doute.

Séance du 9 Décembre 1904.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. K. Przibram** a calculé une formule pour la longueur de la décharge ramifiée, qu'il a vérifiée, au moins qualitativement, par les résultats de ses essais. — **M. A. Boltzmann** présente quelques appareils de cours pour la démonstration des ondes stationnaires et interférentes.

2^o SCIENCES NATURELLES. — **M. N. Albanese**: Un nouveau cas d'endotropisme du tube pollinique et développement anormal du sac embryonnaire chez le *Sibbaldia procumbens* L.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Décembre 1904.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. W. Kapteyn**: Sur une série de fonctions de Bessel. Il s'agit de la série:

$$\sum_{n=0}^{\infty} (2n+1) I_{2n+1}(\alpha) I_{2n+1}(x);$$

l'auteur en exprime la somme dans la forme:

$$\frac{\alpha}{4} I_1(x-\alpha) + I_1(x+\alpha) \\ + \frac{\alpha}{4} \int_0^{\alpha} \frac{I_1(\beta)}{\beta} d\beta [I_0(x-\alpha+\beta) - I_0(x+\alpha-\beta)].$$

Déductions d'autres résultats analogues. — **M. P. H. Schoute**: Les théorèmes de *Guldin* dans l'espace polydimensionnel. Dans l'espace d'opération E_n à n dimensions, on imagine un espace axial $E_p^{(\alpha)}$, et dans un espace E_{p+1} contenant $E_p^{(\alpha)}$ et situé en E_n une partie limitée L à $p+1$ dimensions, n'ayant pas un seul point en commun avec $E_p^{(\alpha)}$. Si L tourne en E_n autour de $E_p^{(\alpha)}$, un point quelconque P de L décrit un espace sphérique situé dans l'espace E_{n-p} normal à $E_p^{(\alpha)}$ et passant par P ; si Q est la projection de P sur $E_p^{(\alpha)}$, cet espace sphérique à centre Q et à rayon PQ forme en E_{n-p} le lieu des points situés à une distance PQ de Q . L'auteur s'occupe de la question suivante: « Comment détermine-t-on le volume et la surface de la figure de révolution engendrée par la rotation de L autour de $E_p^{(\alpha)}$? » Application au cas où L est un segment d'espace sphérique et aux tores polydimensionnels. — **M. J. A. C. Oudemans** présente, au nom de la Commission gouvernementale de Géodésie: Sur la détermination des azimuts et des latitudes, par les ingénieurs **A. Pannekoek** et **R. Posthumus Meyes**, de quelques lieux des Pays-Bas. — Ensuite **M. Oudemans** présente, au nom de **M. S. Blok**: La jonction du réseau triangulaire du premier ordre de Sumatra méridional à celui de la côte occidentale de Sumatra.

Le Directeur-Gérant: LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Paul Tannery. — Paul Tannery est né à Mantes, le 20 décembre 1843. Il a fait ses études au Lycée de Mans, à partir de la quatrième, puis au Lycée de Caen, où M. Lachelier contribua certainement à lui inspirer le goût de la Philosophie. Il entra en 1861 à l'École Polytechnique, n'ayant encore que dix-sept ans; il en sortit dans le corps des ingénieurs des Manufactures de l'Etat.

Il était, vers cette époque, assez préoccupé de la pédagogie des Mathématiques, sur laquelle il n'a rien publié : on a retrouvé dans ses papiers tout un cours de Mathématiques, qui doit remonter à l'année 1864 ou 1865, où ses tendances à philosopher, son indifférence pour les habitudes reçues, son goût pour les idées générales, se manifestent nettement¹.

C'est à cette époque aussi qu'il se mit à étudier le *Cours de Philosophie positive* d'Auguste Comte : cette étude a eu, sur la direction de ses travaux, une influence décisive. Il répétait volontiers qu'il s'était mis à étudier l'histoire des sciences afin de réaliser une partie de la pensée d'Auguste Comte ; personne peut-être ne s'est mieux assimilé cette pensée, qu'il connaissait à fond ; mais il avait l'esprit trop libre pour s'affilier à la secte de ceux qui prétendent observer les rites de la religion positive, ou pour se mettre à la suite de quelque hérésiarque du positivisme. Il se regardait, cependant, comme un disciple spirituel du maître et affirmait parfois, non sans une pointe de paradoxe, qu'il était le dernier tenant de la doctrine des *trois états*.

Successivement élève-ingénieur à l'École d'application des Tabacs, sous-ingénieur de la Manufacture des Tabacs de Lille, puis sous-chef du Bureau des Manufactures de l'Etat au Ministère des finances, il était à Paris au moment du siège : il commanda, comme capi-

taine, la 2^e batterie à pied du corps franc d'artillerie (service des mitrailleuses). Il garda toute sa vie le goût des choses militaires ; en 1894, il fut nommé lieutenant-colonel d'artillerie dans l'armée territoriale.

Après la Commune, il alla à Bergerac, pour diriger, dans la région, la construction des magasins de tabacs en feuilles : il y tomba gravement malade ; la convalescence fut longue ; il en occupa les loisirs en se perfectionnant dans l'étude du latin et du grec, où sa maîtrise devint bientôt complète. Au reste, il n'avait jamais négligé cette étude, bien qu'il ait été élevé sous cette *bifurcation*, dont on a dit tant de mal avant de la rétablir. Dans les années précédentes, il avait appris l'hébreu : on a retrouvé dans ses papiers la traduction d'une bonne partie de la Bible.

A partir de ce moment, il fait deux parts dans sa vie : il consacre ses journées à son métier, qu'il aimait beaucoup. Ingénieur à Bordeaux, au Havre, au Service de l'expertise, directeur à Tonneins, à Bordeaux, chef de bureau au Ministère, directeur à Pantin (1894), il sut partout se faire estimer et aimer du personnel ouvrier, qui appréciait sa droiture, sa bonté, sa façon de concilier les intérêts opposés.

Il donne ses soirées à l'étude. C'est entre huit heures du soir et une heure du matin, à côté d'une femme qui a vécu de lui et pour lui, qu'il a accumulé tant de travaux si profonds et si divers. Ces heures-là ont été heureuses et fécondes.

Sa production, depuis 1876 jusqu'à sa mort, est vraiment extraordinaire. La plupart de ses recherches concernent l'histoire des Sciences et de la Philosophie pendant l'Antiquité, le Moyen-Age, le xvi^e et le xvii^e siècles. Mais que de points de détail il a dû élucider, sur les sujets les plus différents, que d'idées il a su éclaircir de la vraie lumière du passé, grâce à une connaissance approfondie de ce passé, à un travail et à une patience inlassables, à une conscience scrupuleuse, à une mémoire extraordinaire par son étendue et sa sûreté, à une habitude de ne se fier qu'à ce qu'il avait vu lui-même, à une liberté de jugement que ne troublaient jamais les opinions reçues, et qu'il devait peut-être en partie à son éducation scientifique, si différente de celle qu'ont reçue la plupart des érudits ! Les innombrables notes qu'il a laissées font voir

¹ Dans la préface de ses *Notions de Mathématiques*, auxquelles Paul Tannery a collaboré pour la partie historique, M. Jules Tannery a fait allusion à cette période de la vie de son frère : il se rappelle très bien avoir eu ce *cours* entre les mains en 1865 et en avoir tiré grand parti.

à nu, pour ce qui regarde l'histoire des Mathématiques, sa façon de travailler; il s'efforçait vraiment de repasser par les états de pensée de ceux dont il étudiait les écrits, de raisonner et de calculer comme eux.

Il fut l'un des premiers, en France, à appliquer à l'étude de la Philosophie ancienne une méthode à la fois historique et concrète. Jusque-là, l'histoire de la Philosophie consistait à dérouler une sorte d'enchaînement métaphysique des systèmes, à introduire dans la série chronologique la nécessité d'une déduction purement conceptuelle. Le grand ouvrage de Zeller, qui dominait alors tout cet ordre d'études, n'était pas autre chose, avec tout l'appareil érudit et savant qu'il fondait, qu'un immense système d'interprétation constructive. Il s'agissait, à présent, d'atteindre, sous ce décor, qu'un immense système d'interprétation constructive. Il s'agissait, à présent, d'atteindre, sous ce décor, de restituer les doctrines d'une époque dans la vérité de leur sens historique, de leur attribuer, non pas uniquement la valeur que ces doctrines ont pour nous et pour l'histoire de la pensée, mais la valeur exacte qu'elles possédaient pour les hommes qui les créaient, qui y croyaient, qui en vivaient.

Cette dislocation des constructions traditionnelles où on logeait et où l'on adorait une antiquité de convention, cet effort pour voir dans les penseurs de l'Antiquité, à travers la légende, des hommes réels, obéissant aux nécessités physiques et morales de leur temps, et travaillant pour les besoins moraux et intellectuels des hommes de leur temps, ce vigoureux essai d'application d'une méthode réaliste et vraiment historique furent menés très énergiquement en Allemagne par quelques hommes qui s'insurgèrent contre l'autorité de Zeller et des systèmes analogues au sien, surtout par Teichmüller. Paul Tannery donna, de son côté, et d'une manière indépendante, une impulsion analogue à ces études : ses premiers travaux sur les doctrines mathématiques de Platon, qui parurent dans les premiers numéros de la *Revue philosophique*, datent d'un moment où il ne connaissait pas encore les travaux de Teichmüller, qu'ensuite il fit connaître en France et qu'il fortifia de ses propres découvertes. Une partie seulement de ses monographies historiques et critiques passa dans son volume *Pour l'histoire de la science hellène*.

Les études historiques ne furent qu'une partie de son activité philosophique. Il semble qu'il ait eu de très bonne heure la préoccupation d'une théorie philosophique de la connaissance mathématique, préoccupation qui se mêlait à cette recherche de la meilleure manière d'enseigner dont on a parlé plus haut. A une époque (1879) où ces études n'existaient pas encore en France, et où peu d'hommes possédaient à la fois des connaissances philosophiques et la science mathématique nécessaires, il écrivait déjà, dans la *Revue philosophique*, à propos des livres de Schmitz-Dumont, des articles qui étaient une grande nouveauté en France. Il ne cessa de porter sur ces questions un effort de plus en plus conscient et lucide. Il y apporta les mêmes habitudes et les mêmes exigences d'esprit que dans ses études historiques : le souci de la réalité psychologique, des opérations vivantes dont les notions mathématiques sont le résidu, le souci de l'explication véritable, de l'explication réaliste et concrète.

Il n'est pas temps de dresser la liste complète de ses publications, qui devra être révisée par des savants très divers : ceux-ci seront assurément heureux d'honorer la mémoire de l'ami qu'ils ont perdu, et dont les connaissances, par leur étendue, causaient d'autant plus d'admiration que chacun savait, pour le domaine particulier qu'il cultivait lui-même, combien elles étaient sûres et profondes.

Nous nous contenterons d'indiquer ici les princi-

paux recueils où sont répandus ses articles, les livres publiés à part, les éditions savantes qu'il a publiées ou auxquelles il a collaboré.

Les articles sont ou des articles originaux ou des comptes rendus; mais on aurait peut-être tort de distinguer les uns des autres; s'il rendait compte d'un livre de science ou d'histoire, Paul Tannery profitait très souvent de l'occasion qui lui était offerte pour exposer ses vues personnelles, soit sur le sujet qu'avait traité l'auteur, soit sur quelque sujet connexe.

Le premier article qu'il a publié est, croyons-nous, « le nombre nuptial dans Platon »; il a paru dans la *Revue philosophique* en 1876; une « Note sur le système astronomique d'Eudoxe », publiée dans les *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, est de la même date; on relève, dans le *Bulletin des Sciences mathématiques*, un article intitulé « A quelle époque vivait Diophante? » qui est de 1879. Déjà, dans ces courtes Notes, on reconnaît cette ingéniosité, cette sagacité, cette sûreté dans la critique, que l'on devait admirer dans toute son œuvre : ces quelques pages ont, de suite, vivement frappé les connaisseurs, plus nombreux à l'étranger, faut-il dire, que dans notre pays.

A partir de ce moment, les Notes, les analyses, les Mémoires se multiplient. Nous évaluons à peu près à quatre cents les articles publiés dans les divers recueils cités en note et nous croyons être plutôt audessous de la vérité.

Voici maintenant les titres des ouvrages séparés :

Pour l'histoire de la science hellène (de Thalès à Empédocle). Alcan, 1887.

La Géométrie grecque; comment son histoire nous est parvenue et ce que nous en savons; essai critique. Première partie : Histoire générale de la Géométrie élémentaire. Gauthier-Villars, 1887.

Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne. Gauthier-Villars, 1893.

La correspondance de Descartes dans les inédits du fonds Libri, étudiée pour l'histoire des Mathématiques. Gauthier-Villars, 1893.

Diophanti alexandrini opera omnia (texte et traduction latine, commentaires anciens etc.), t. I et II. Teubner, 1893-1895.

Œuvre de Fermat (en collaboration avec M. Ch. Henry), t. I, II, III. Gauthier-Villars, 1891, 1894, 1896.

Œuvres de Descartes (en collaboration avec M. Ch. Adam), Le Cerf, t. I, ..., VI; 1897, ..., 1903.

Il ne faut oublier ni les chapitres sur l'histoire des sciences publiées dans l'histoire générale de MM. Lavis et Rambaud, ni le volume (A. Colin) qui résume les travaux de la 5^e section du Congrès international d'histoire tenu à Paris en 1900², ni les notions historiques ajoutées aux Notions de Mathématiques de M. Jules Tannery (Delagrave, 1903), ni les notes historiques très nombreuses ajoutées au premier article de l'édition française de l'Encyclopédie mathématique.

Beaucoup de travaux restent interrompus : Un qua-

¹ On les trouvera dans la *Revue philosophique*, dans le *Bulletin des Sciences mathématiques*, dans les *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, dans les *Annales de la Faculté des Lettres de Bordeaux*, dans l'*Archiv für Geschichte der Philosophie*, dans la *Revue archéologique*, dans la *Bibliotheca mathematica*, dans la *Revue de Métaphysique et de Morale*, dans la *Revue critique*, dans la *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, dans la *Revue de Philologie*, dans la *Revue de Philosophie*, dans la *Revue des études grecques*, dans les *Notices et extraits des manuscrits de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres*, dans les *Annales de Philosophie chrétienne*, dans les *Archives des Missions*, dans la *Revue de synthèse historique*, dans le *Journal des Savants*, dans la *Grande Encyclopédie*. Les lecteurs de la *Revue* n'ont pas oublié le bel article sur Galilée et les principes de la Dynamique.

² Un volume analogue, relatif au récent Congrès de Genève (Philosophie), est tout prêt.

trième volume devait s'ajouter aux œuvres de Fermat, contenant de nombreuses pièces inédites, extrêmement intéressantes pour l'histoire des idées à cette époque. Paul Tannery regardait ce volume comme fait : les documents étaient réunis, ils étaient classés dans son esprit, il savait comment les mettre en œuvre; mais un autre que lui ne pourra, sans beaucoup de travail, tirer parti de ces documents. En tout cas, les trois volumes parus constituent le monument auquel Fermat avait droit.

La publication des œuvres de Descartes est très avancée; M. Ch. Adam, par cela même qu'il avait longtemps travaillé avec Paul Tannery, était devenu un de ses amis les plus chauds : il mettra assurément une grande piété à tirer des notes manuscrites qu'a laissées son collaborateur tout ce qu'elles contiennent. On peut compter que l'édition nationale des œuvres de Descartes sera menée à bonne fin.

Quelques textes anciens paraissent prêts pour l'impression : la maison Teubner a déjà offert de s'en charger. Paul Tannery laisse assez de savants amis pour que ce qu'il peut rester à faire soit fait parfaitement.

Contentons-nous de signaler une traduction complète d'Euclide.

Paul Tannery, malgré les sollicitations de ses amis, s'était longtemps refusé à publier un livre d'ensemble, un livre *élémentaire* dans le vrai sens du mot; il s'y était décidé depuis un an et avait promis ce livre à la maison Armand Colin. C'est par excès de scrupules qu'il ne s'était pas mis plus tôt à cette tâche, qui, en réalité, l'attirait et le passionnait. Il allait sortir de ces questions particulières qui n'avaient qu'en apparence absorbé son activité scientifique : il était de ceux qui pensent que les faits ne valent que par leur enchaînement, mais qu'avant d'essayer de les réunir, de les éclairer les uns par les autres, il faut les connaître à fond, être assuré de sa propre méthode et de son propre jugement, par le long usage qu'on a fait de l'une et de l'autre, par l'unanime approbation de ceux qui savent. Jusqu'où allait cette approbation, il l'avait appris par les témoignages qu'il avait recueillis aux récents Congrès de Rome, de Heidelberg, de Genève. Il pouvait, doublement sûr de lui, développer, en toute confiance, les idées générales qu'il avait mûries lentement. Il se réjouissait de ce travail, qui s'accomplissait jour par jour dans sa pensée; il avait trouvé un titre, un peu ambitieux, qui amusait sa modestie. Cela devait s'appeler : « Discours sur l'Histoire générale des sciences ».

Le plan, qui était grandiose, n'a été réalisé que dans son esprit et il ne reste que deux ou trois chapitres de ce *Discours*. Quand se retrouvera-t-il un homme pour essayer de l'écrire?

Paul Tannery était connu et admiré de tous les savants étrangers; en France, il était apprécié à sa valeur par ceux dont le jugement importe; on ne peut s'attendre à ce que des travaux comme les siens fassent connaître leur auteur à la foule, et même aux ministres; on ne peut demander, à celui qui accumule de pareils travaux, de cultiver ces relations qui procurent une notoriété temporaire. Cependant, la part de gloire à laquelle il avait droit lui venait : le Collège de France, l'Académie des Sciences l'avaient désigné en première ligne pour occuper cette chaire d'Histoire générale des sciences que l'on avait créée pour M. Pierre Lafitte : ses travaux, la doctrine même qui les avait inspirés semblaient devoir l'y mener naturellement. La porte de cette maison, où cependant il avait enseigné pendant cinq ans (1892-1896), dans la chaire de Philosophie grecque et latine, comme remplaçant de M. Ch. Lévêque, lui fut fermée.

Il essaya de se consoler en préparant ce livre qui devait contenir la substance de ce qu'il comptait enseigner; il était plein de vie et d'activité pendant les vacances, il tomba malade au commencement d'octobre, il est mort le 27 novembre 1904.

§ 2. — Astronomie

La quadrature mécanique des taches solaires. — La relation très étroite qui existe entre les modifications de la surface du Soleil et les traits généraux de la *Météorologie terrestre* fait prendre une importance de plus en plus considérable à la statistique des taches solaires et à la détermination de leur étendue.

Aussi beaucoup d'observatoires ont-ils organisé un service journalier d'héliophotographie; les épreuves obtenues sont mesurées et l'aire des taches se déduit de ces mesures au moyen de formules de correction ayant pour but de tenir compte de la déformation causée par la perspective. Lorsque la tache considérée présente une grande étendue dans le sens du rayon du disque solaire, on la divise en zones concentriques qui reçoivent séparément leur correction. Il y a là un travail long, pénible et minutieux, surtout si l'on veut obtenir quelque précision, et seuls les observatoires qui ont les ressources suffisantes pour entretenir un bureau de calculateurs peuvent se livrer avec fruit à ce genre de recherches. Il y a donc un réel intérêt à chercher des méthodes de réduction à la fois plus expéditives et au moins aussi précises, et, dans cet ordre d'idées, il y a lieu de mentionner celle qui fut proposée par M. Em. Touchet¹.

M. H. Chrétien, l'infatigable astronome de l'Observatoire Farman, a pensé, de son côté, que l'on pourrait peut-être employer avec avantage les appareils connus sous les noms de planimètres et d'intégrateurs, et qui sont d'un usage courant dans les bureaux d'ingénieurs, où ils rendent de très grands services. Pour que ces appareils soient réellement avantageux dans le cas qui nous intéresse, il faut trouver un dispositif effectuant automatiquement la correction de perspective. L'auteur s'est donc posé, en résumé, le problème suivant :

Une tache solaire étant donnée par sa projection orthographique, effectuer sur la projection de son contour (C) une transformation algébrique par rayons vecteurs d'où se déduise un contour plan (F) ayant même aire que la surface sphérique occupée par la tache, — énoncé qui contient des conditions, non nécessaires d'ailleurs, mais propres à particulariser nettement la solution.

Il existe de nombreuses transformations susceptibles de conserver les aires, celle de Lorgna étant une des plus simples; M. H. Chrétien indique de son côté² une solution qui consiste en un système exclusivement articulé, et qui est intimement liée au problème de la bissection mécanique de l'angle, problème qui peut être résolu par le réverseur de Kempe.

Il suffit, dès lors, de fixer le point de l'appareil décrivant (F) au style d'un planimètre d'Amsler, par exemple, et de contourner les taches de la photographie solaire à mesurer pour avoir immédiatement sur un index la valeur de la surface sphérique tachée. On peut contourner plusieurs fois chaque tache et augmenter ainsi la précision par le jeu des moyennes. Enfin, l'emploi auxiliaire d'un pantographe permettra d'adapter l'appareil à des disques solaires de rayons quelconques.

Tel est l'essentiel de ce que M. H. Chrétien a communiqué au congrès d'Angers de l'Association Française, et le résultat en est fort important; car une des difficultés les plus grosses, presque insurmontable parfois, de l'Astronomie actuelle réside dans les réductions, calculs, et besognes matérielles de toutes sortes, indispensables avant de pouvoir dégager quelque résultat. Il est donc désirable que d'hâbles praticiens comme M. H. Chrétien puissent défricher les routes d'une manière aussi élégante, et préparer ainsi les moyennes dont on peut attendre des résultats de la plus haute importance.

¹ *Bulletin de la Société Astron. de France*, juin 1903.

² Congrès de l'Assoc. française, 1904.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

La transformation des wagons à marchandises. — Comme l'a signalé M. G. Richard à l'une des dernières séances de la *Société d'Encouragement*, il se dessine, en ce moment, sur nos chemins de fer, un mouvement qui ne fera sans doute que s'accroître en faveur de l'emploi de *wagons à marchandises* de plus en plus grands. Les raisons de cet emploi sont nombreuses : la principale est la diminution du poids mort, de sorte que le remplacement des wagons de 10 tonnes, par exemple, par des wagons de 40 tonnes, supposés tous remplis, fait passer la charge morte ou non payante de 38 à 25 % environ du poids total remorqué. En outre, on peut augmenter considérablement la charge par mètre de longueur du train; c'est ainsi qu'un wagon en acier de 40 tonnes est moitié moins long que quatre wagons de 10 tonnes et n'occupe en longueur que 42 % de celle de huit wagons de 5 tonnes. Le nombre des essieux est aussi considérablement réduit, car le wagon de 40 tonnes ne porte que sur deux bogies à deux essieux chacun. Il y a donc un grand intérêt à l'emploi de ces grands wagons chaque fois que le trafic en permet une utilisation courante.

Ces grands wagons, très usités depuis longtemps aux États-Unis, sont déjà fort répandus en Angleterre, principalement pour les trains miniers. Dans leur construction, il y a lieu de signaler l'emploi de plus en plus fréquent des tôles et poutres en acier pressé d'après les procédés Fox et autres analogues, et aussi l'adoption fréquente des attelages centraux, qui facilitent les passages en courbe et simplifient les manœuvres.

Les nouvelles machines frigorifiques à affinité. — La *Revue* a publié en Chronique, dans le n° du 15 janvier, une Note sur les *Nouvelles machines frigorifiques à affinité*. Il est dit, dans cet article, « que le rendement de ces nouvelles machines dépasse facilement de 30 % celui des meilleures machines de tout autre système connues jusqu'ici ».

M. Desvignes, ingénieur-constructeur, nous a écrit pour mettre en doute la réalité et le résultat des expériences effectuées.

Nous avons, en conséquence, demandé des explications à MM. Hignette et C^o, auteurs de la Note non signée, en leur faisant connaître les dires de leur contradicteur.

MM. Hignette et C^o nous ont répondu en nous demandant de conserver à leurs observations un caractère « confidentiel ». Ils ne veulent pas engager de « polémique personnelle », oubliant qu'ils ont eux-mêmes ouvert la discussion.

La *Revue*, dans ces conditions, ne peut qu'exprimer à ses lecteurs tous ses regrets d'avoir, confiante en MM. Hignette et C^o, inséré leur communication.

Louis Olivier.

§ 4. — Physique

Photographie en couleurs par la méthode Lippmann. — Quand on photographie à la fois sur une même plaque deux spectres identiques, parallèles mais inverses, et se recouvrant partiellement sur toute leur longueur, ou deux spectres croisés ayant une partie commune, l'épreuve, observée normalement par réflexion en lumière blanche et par le côté verre, montre des franges noires dont M. Pfundler donne l'explication suivante¹ : Dans le cas de spectres inverses, par exemple, l'interférence des deux systèmes d'ondes stationnaires dans la couche de gélatine donne lieu à des ventres et à des nœuds secondaires, disposés à peu près sur des nappes d'hyperboloïdes asymptotiques

à un plan de symétrie perpendiculaire à la plaque et passant par la droite qui correspond, dans les deux spectres, à une même radiation (440 μ à peu près pour des spectres normaux); les franges ne seraient que la projection, sur la surface de la plaque, de la portion sensiblement plane ou peu courbée des nappes d'hyperboloïdes; le petit nombre, l'élargissement et l'atténuation graduelle de ces franges, qui arrivent rapidement à se fondre en une sorte de voile, vient à l'appui de cette explication. L'existence de ces franges montre qu'il y a toute une série de mélanges de couleurs qui, loin d'apparaître en valeur correcte sur la plaque, se neutralisent grâce à l'intercalation, entre les maxima et les minima dus à chaque onde isolée, de ces maxima et minima secondaires dus à leur superposition. Le procédé Lippmann n'apporterait donc pas une solution complète du problème de la photographie en couleurs; les succès obtenus par d'habiles opérateurs seraient dus soit à l'emploi de sujets à couleurs presque homogènes (perroquets, vases peints), soit à une telle diversité et une telle répartition des mélanges de couleurs que l'extinction ne serait nulle part totale, mais répandrait sur l'image un voile général; ce serait le cas pour les paysages, qui, en général, donnent des épreuves ternes.

§ 5. — Électricité industrielle

Nouvelle lampe à vapeur de mercure à l'Exposition de Saint-Louis. — La Compagnie Westinghouse a exposé à Saint-Louis des lampes à vapeur de mercure dont l'allumage se fait, soit mécaniquement en inclinant la lampe, soit électriquement en y provoquant une décharge à haute tension. La *General Electric Co*, sans faire, comme sa rivale, une large place aux lampes à vapeur de mercure, en exposait, du moins, un intéressant procédé d'allumage. Le tube de la lampe est vertical, et n'a nullement besoin d'être incliné. Les électrodes y aboutissent aux deux extrémités et l'électrode supérieure se continue à l'intérieur du tube par un mince filament de charbon, supporté de distance en distance par de petites attaches en verre soudées à l'enveloppe de la lampe.

En regard de l'extrémité inférieure du filament de charbon est placé un godet à fer doux, dont la cavité supérieure est remplie de mercure. Il est monté de manière à pouvoir occuper, suivant la verticale, deux positions distantes d'une dizaine de millimètres : la première, à la partie supérieure, sous l'action de la pression de mercure du réservoir inférieur, la seconde, à la partie inférieure, sous l'action d'un petit électro-aimant en série avec la lampe.

Dans la première position, le mercure et la petite armature de fer doux mettent en circuit le filament de charbon. Mais l'électro-aimant, étant ainsi en circuit, attire l'armature de fer doux dans sa position inférieure et provoque, entre l'extrémité inférieure du charbon et le mercure, une étincelle suffisante pour amorcer la lampe.

Un modèle de lampe est présenté nu pour permettre l'inspection du dispositif de mise en marche; un autre modèle est présenté sous la forme pratique que lui a donnée la *General Electric Co*, et qui a valu à cette lampe le nom de lampe « orthochrome ». Ce nom est dû à la restitution des rayons rouges, dont la lampe à vapeur de mercure est complètement privée, par des lampes à incandescence réunies en faisceau autour du tube de mercure. Le tout est enveloppé d'un globe holo-plane, dont on reconnaît les excellentes qualités diffusantes.

§ 6. — Zoologie

Valeur de l'homochromie comme moyen de défense. — On a remarqué depuis longtemps qu'un grand nombre d'animaux ont des teintes qui se rapprochent plus ou moins de celles du milieu qu'ils habitent ordinairement, de telle sorte qu'au repos ils sont peu ou point visibles sur leur substratum : tantôt

¹ *Drude's Ann. der Physik*, t. XV, p. 371.

il n'y a qu'une ressemblance générale de couleur (*homochromie*); tantôt, en plus de la teinte générale, de petits accidents de surface et de coloris du support sont copiés fidèlement (*homochromie mimétique*, ou *copiante*), comme dans les cas célèbres des *Kallima*, *Phleca*, chenille d'*Urapteryx*, etc. Tout naturellement, on a attribué à l'homochromie un effet protecteur vis-à-vis des carnassiers qui chassent leur proie à la vue, comme la plupart des Vertébrés et les Céphalopodes; mais, si séduisante, si vraisemblable que soit cette interprétation, il est nécessaire qu'elle reçoive une sanction expérimentale; ou, pour parler plus correctement, l'expérience seule peut montrer que tel cas d'homochromie a une valeur défensive, tandis que tel autre n'a pas d'importance à ce point de vue.

Ainsi, d'après M. Cuénot⁴, l'homochromie parfaite de certaines *Doris* avec les Eponges, sur lesquelles vivent ces Mollusques, ne paraît pas avoir d'effet protecteur, ces animaux, qui n'ont à redouter que des attaques de Poissons, étant très suffisamment défendus par leur mode de vie obscuricole, leur adhérence au substratum, la résistance des téguments et leur peu de comestibilité; le cas des *Doris* serait un exemple d'*homochromie nutritive*, ces animaux prenant fortuitement, par absorption de la matière colorante des Eponges, la même teinte que leur support. Les *Doris* ne seraient pas homochromes avec les Eponges qu'elles n'en courraient ni plus ni moins de dangers; c'est une particularité sans utilité.

Par contre, M. P. di Cesnola⁵ vient de réaliser avec des *Mantis religiosa* une expérience très ingénieuse, qui montre l'énorme importance pour cette espèce de la coloration homochromique. On sait que les Mantes présentent deux formes différentes, une verte et une brune; il paraît qu'en Italie, la forme verte, assez paresseuse, est cantonnée dans l'herbe verte, tandis que la brune, plus active, affectionne plutôt les plantes roussies par le soleil. Cesnola recueille 110 Mantes, 45 vertes et 65 brunes; chaque individu est lié par un fil de soie à une plante, le fil s'attachant d'autre part au thorax de l'insecte. Les 45 Mantes vertes sont placées, les unes (20) dans de l'herbe verte, les autres (25) dans une place où l'herbe est brûlée et roussie. Les 65 Mantes brunes sont disposées de même: 20 sont liées à des plantes roussies dans un endroit aride; les autres à des plantes vertes dans un pré vert.

L'observation a duré dix-sept jours: au bout de ce temps, on retrouve bien vivantes les 40 Mantes vertes et brunes qui avaient été placées sur un substratum homochrome, tandis que les autres, bien visibles sur le fond non homochrome, ont presque toutes été tuées, en majeure partie par des Oiseaux; en particulier, les Mantes vertes disposées sur des herbes roussies étaient toutes mortes onze jours après le début de l'expérience.

Il est difficile d'imaginer une expérience plus démonstrative; à dire vrai, nous trouvons même qu'elle est trop bien réussie, et nous souhaiterions qu'elle fût confirmée par un autre biologiste; il est étonnant que les Oiseaux, qui ont une vue si perçante, ne distinguent pas de gros Insectes comme les Mantes, lorsque celles-ci se trouvent sur un fond approximativement homochrome. Quoi qu'il en soit, le dispositif imaginé par M. Cesnola est très ingénieux, et tout à fait propre à fournir des résultats démonstratifs.

§ 7. — Physiologie

Les fonctions du bulbe. — M. P. Bonnier, se basant sur un certain nombre de remarques d'ordre

physiologique et pathologique, a imaginé de considérer le bulbe comme le lieu de réunion d'une série de centres nerveux physiologiques jouant un rôle essentiel dans les phénomènes biologiques. Il est certain que le bulbe représente un lieu de passage pour des fibres nerveuses de toutes provenances et de toutes directions, et l'on peut très bien concevoir que des lésions bulbaires puissent déterminer des réactions à distance, et inversement. M. P. Bonnier a dressé une sorte de « carte du bulbe », où figurent les principaux centres administratifs de la vie organique¹. Si ces localisations schématiques ne correspondent pas d'une façon certaine à la réalité anatomique, elles ne sont pas moins ingénieuses, commodes pour établir une certaine classification entre les phénomènes physiologiques et pathologiques.

À côté de départements réservés à la vision, à l'audition, l'auteur décrit des *centres scoposthéniques*, dont l'office est l'exercice du regard, l'orientation des globes oculaires, l'accommodation à la lumière et à la distance; des *centres statisthéniques*, qui régissent la sustentation de la tête et du corps et qui sont reliés à l'appareil des centres des attitudes; des *centres hypniques*, régulateurs du sommeil; des *centres tonostatiques*, régulateurs de la tonicité musculaire et des réflexes; des *centres myosthéniques*, pour l'appropriation motrice et la synergie musculaire, dont les lésions entraînent des troubles tels que la myasthénie, les myoclonies, l'ataxie, les convulsions, etc. Les *centres angiosthéniques* et *cardiosthéniques*, les *centres pneumosthéniques*, *gastrosthéniques*, *entérosthéniques* correspondent à la régie des phénomènes circulatoires, respiratoires, digestifs. D'autres centres président à la régulation des phénomènes vasomoteurs, thermiques, trophiques, etc. Des *centres manostatiques*, *thermostatiques*, *hygrostatiques* assurent l'équilibre de pression, de température, d'hydratation de l'individu.

Les *centres oucrasiques* commandent les sécrétions internes, et leurs perturbations entraînent les différents états diathésiques et dyscrasiques. Les *centres diaeritiques* commandent les sécrétions externes. Enfin, les *centres euthymiques* ont pour mission de signaler les infractions à l'équilibre physiologique normal des différents organes. Les avertissements reçus par ces centres se traduisent par des phénomènes angoissants.

Il importe de ne pas confondre les phénomènes bulbaires proprement dits, liés à la perturbation de l'un quelconque des centres précités, avec leur représentation corticale; par exemple, l'*angoisse* (phénomène bulbaire) ne doit pas être confondue avec l'*anxiété* (phénomène cortical).

M. P. Bonnier attire également l'attention sur l'insuffisance de notre vocabulaire pour caractériser les *états fonctionnels positifs*. Nous avons beaucoup de termes pour désigner les troubles de l'équilibre physiologique; nous n'en avons guère pour définir les états physiologiques heureux, le *non-vertige*, la *non-faim*, la *non-oppression*. Or, il est certain que l'équilibre physiologique peut varier *en plus* comme *en moins*; en opposition à l'oppression, on peut signaler des crises d'*alacrité respiratoire*; de même, à l'anxiété on peut opposer l'*euthymie*. Les migraineux, les goutteux connaissent bien ces états d'*euphorie* excessive qui alternent avec les crises douloureuses.

En somme, de part et d'autre de l'équilibre fonctionnel normal, qui ne se traduit par *rien*, il faut envisager non seulement les variations négatives, qui correspondent à des états pathologiques bien connus, mais aussi des variations positives qui représentent, si l'on peut ainsi parler, des « excès de santé ». Ces dernières ne devraient pas passer inaperçues, car elles sont souvent le prélude d'une variation en sens inverse; elles ont donc une valeur pronostique à laquelle le médecin ne doit pas rester indifférent.

⁴ Contributions à la faune du Bassin d'Arcachon. III. Doridiens (*Bull. Station biologique d'Arcachon*, 7^e année, 1903, p. 4).

⁵ Preliminary note on the protective value of colour in *Mantis religiosa* (*Biometrika*, III, 1904, p. 58).

¹ *Revue neurologique*, 13 octobre 1904.

§ 8. — Sciences médicales

Le syndrome de Ganser. — On donne, en Psychiatrie, le nom de *syndrome de Ganser* à un état mental qui se caractérise par des réponses absurdes, sans qu'il soit possible de relier ces réponses à un thème délirant. Par exemple, si l'on demande à un malade quel est son nom, quel est le nom des personnes qui sont devant lui, il fait des réponses variables et toujours erronées. De même pour les jours, les mois et les années, etc.; de même aussi pour les opérations arithmétiques les plus simples. Les réponses aux mêmes questions sont toujours différentes et ne sont jamais justes. Il semble que le malade « fasse exprès » de répondre mal; aussi a-t-on songé à la simulation, d'autant plus volontiers que les sujets en question sont souvent sous le coup de poursuites pénales ou en instance pour obtenir des dommages et intérêts à la suite d'un accident.

On a souvent rapproché cet état de ceux que l'on observe chez les hystériques, dont on connaît la propension singulière à forger des histoires mensongères. M. Soukhanoff (*Revue neurologique*, 15 septembre 1904) fait ressortir cette similitude et tend à croire que le syndrome de Ganser fait partie des troubles mentaux hystériques. D'autres rapprochent le syndrome de Ganser de ce que l'on observe chez les déments précoces.

Ce qui est intéressant à relever, c'est que les malades qui présentent cette particularité mentale comprennent cependant très bien ce qu'on leur dit, obéissent exactement à tous les commandements. Mais, dès qu'il s'agit de formuler une réponse à une question, immédiatement surgissent des représentations et des idées incohérentes, dont quelques-unes semblent même systématiquement contradictoires. Soukhanoff considère le syndrome de Ganser comme un trouble partiel du mécanisme logique supérieur; mais il est certain que le trouble porte sur toute l'activité psychique en général.

M. J. Hey (de Strasbourg) a fait récemment une étude détaillée du syndrome de Ganser, et pense également qu'il s'agit d'une manifestation hystérique, où dominent les hallucinations et les troubles amnésiques. On l'observe également dans la folie circulaire et dans la démence précoce; dans cette dernière affection, il peut être considéré comme une manifestation du *négalisme*. Selon M. J. Hey, ce syndrome ne s'observerait pas uniquement chez les sujets soumis aux expertises médico-légales consécutives aux crimes, délits ou accidents.

La fièvre bilieuse hémoglobinurique dans le bassin du Congo. — M. L. Védry vient de consacrer une importante étude à ce sujet¹. Pour lui, cette affection n'est pas une forme de paludisme: elle a pu être observée chez des individus n'ayant jamais été atteints de malaria, et, le plus souvent, quand elle frappe d'anciens impaludés, c'est seulement quand l'infection a perdu beaucoup de son influence sur l'organisme de l'Européen. Souvent, l'hématozoaire de Laveran est absent du sang périphérique des malades et parfois même des organes viscéraux et de la moelle osseuse. De plus, si la quinine ne peut causer cette affection, comme on l'a dit, il reste acquis pour l'auteur qu'elle est absolument inefficace dans la fièvre bilieuse hémoglobinurique, et que son emploi est même nocif. C'est donc, d'après l'auteur, une affection essentielle, dépendant d'un agent inconnu qu'il reste à déterminer et qu'il faudra rechercher, sans doute,

dans les trypanosomes. Dans tous les cas, la quinine est ici contre-indiquée, et le traitement qui a donné les meilleurs résultats est la médication toni-cardiaque. C'est la conclusion pratique de ce travail.

§ 9. — Enseignement

Les progrès de l'enseignement agricole en Belgique. — Les Associations agricoles fondées dans un but purement scientifique, ainsi que les Ecoles régionales qui en découlent, ont contribué pour une large part aux transformations de la culture en Belgique et à la création des laiteries coopératives. Ces progrès sont dus entièrement à l'initiative du Service technique de l'Agriculture, et en particulier à celle de M. Proost, directeur général du Ministère, à qui la Belgique est redevable de tant d'innovations heureuses et fécondes dans le domaine de l'agriculture. Ce savant professeur, fidèle émule de Marié Dauby, a bien compris l'importance de l'étude des propriétés physiques du sol et du régime climatologique au point de vue de la science agricole. Généralisant la méthode suivie à Montsouris, il est en train de doter son pays d'observatoires qui s'attacheront à expliquer la genèse et la marche des courants électriques de l'atmosphère, la formation des orages à grêle et l'influence de tous les agents physiques sur le sol arable et sur la végétation. Depuis longtemps, M. Proost s'occupe particulièrement de l'étude du sol et du sous-sol belge, et il est sur le point de faire aboutir son projet de carte agronomique générale, reproduisant, condensées, toutes les indications pratiques à l'usage des cultivateurs. Du reste, il a déjà passé une grande partie de sa carrière à vulgariser les applications de la Chimie agricole à la culture et à l'élevage des animaux domestiques, en insistant sur l'observation des lois de la nutrition animale dues aux travaux immortels de Liebig, de Boussingault et de Dumas.

C'est ici l'occasion de signaler l'une des œuvres les plus importantes du Directeur général de l'Agriculture, relative à la création des écoles belges et en particulier de l'enseignement agricole féminin pratiqué en Belgique. La participation éclairée de la femme dans les travaux des champs est une véritable richesse pour le pays, car il n'est pas douteux que la désertion des campagnes et leur appauvrissement progressif sont causés par l'insuffisance et l'ignorance des femmes. Le Gouvernement belge a organisé un cours d'économie domestique en quinze leçons, à l'usage des femmes; il a autorisé les comices agricoles à admettre les femmes à leurs délibérations; il a établi des écoles volantes de laiterie qui fonctionnent dans tous les villages, d'une façon nomade et temporaire, de trois mois en trois mois pour se mettre à la portée des jeunes filles ne pouvant suivre les écoles ménagères. Aussi l'industrie laitière a pris une grande extension, et aujourd'hui plus de 400 laiteries coopératives travaillent le lait, produit des élevages de 50.890 cultivateurs, alors que le nombre de ces laiteries n'était que de 69 en 1895. La production du beurre a été tellement rapide qu'elle va dépasser les besoins nationaux, et il faut nous attendre à un écoulement de ces produits en France.

Neuf écoles ménagères pour jeunes filles, subventionnées très sérieusement par l'Etat, fonctionnent avec plein succès, tandis que, dans notre pays, il n'en existe que deux, l'une à Kervillers (Finistère), l'autre à Coëtlegon (Ille-et-Vilaine).

Des expositions collectives, des examens, des inspections stimulent le zèle des participants et assurent le recrutement des sujets, hommes et femmes, aptes aux travaux de la campagne.

Etant donnés les résultats magnifiques obtenus, cet enseignement agricole de la Belgique doit être cité comme modèle à tous les autres pays.

¹ *Ann. de la Soc. Royale des Sc. Méd. et Nat. de Bruxelles*, 1904, fasc. I.

LA STRUCTURE DE LA COURONNE SOLAIRE

L'approche de la grande éclipse solaire de juillet 1905, dont la totalité sera visible en Espagne et dans le Nord de l'Afrique, préoccupe dès maintenant les astrophysiciens et remet à l'ordre du jour le problème obscur et controversé de la couronne solaire.

Je me propose, au cours de cet article, d'exposer l'état actuel de la question et de présenter quelques considérations nouvelles, déduites de diverses notions simples de Mécanique céleste et des résultats récents de la Physique expérimentale, comme contribution à l'étude si complexe et si incomplète encore, malgré son importance, de l'atmosphère coronale du Soleil.

I. — RÉSUMÉ DES FAITS D'OBSERVATION RELATIFS A LA COURONNE.

Il n'y a guère qu'un demi-siècle que l'observation attentive des éclipses, et surtout l'analyse spectrale, ont fait justice des anciennes croyances attribuant la couronne soit au passage des rayons solaires dans une soi-disant atmosphère de la Lune, soit à un phénomène de diffraction produit par l'interposition du bord lunaire, soit enfin à un simple phénomène de diffusion des rayons solaires dans notre atmosphère. Il est démontré aujourd'hui que la couronne est un appendice appartenant réellement et objectivement au Soleil. Dès les éclipses de 1870 et 1871, les découvertes de Young et de Janssen établirent que la couronne émet un spectre continu relativement intense, auquel se juxtapose un spectre de raies brillantes et un spectre fraunhoferien à raies noires, celui-ci notablement plus faible. Les observations de toutes les éclipses ultérieures ont précisé et étendu ces premiers résultats, et l'on peut considérer comme établis actuellement d'une manière certaine les faits suivants :

1° Une première partie de la couronne est constituée par une atmosphère gazeuse, qui donne au spectroscope notamment les raies brillantes de l'hydrogène et la raie verte caractéristique du coronium ($\lambda = 531 \mu\mu$). Cette atmosphère gazeuse est distribuée assez régulièrement autour du Soleil, car, observée avec un prisme objectif, elle se manifeste sous la forme d'une série d'anneaux lumineux assez réguliers, dont chacun correspond à une des raies brillantes (le plus large et le plus étendu étant toujours celui qui correspond à la raie du coronium)⁴;

2° L'étendue et l'intensité des raies de cette partie gazeuse sont très différentes selon qu'on les observe lors d'une éclipse voisine d'un minimum ou d'un maximum des taches¹. Lors des maxima d'activité solaire, ces raies sont, sans exception, bien plus lumineuses et visibles à une distance du limbe beaucoup plus grande que lors des minima².

3° Une deuxième partie de la couronne (celle qui apparaît plus particulièrement brillante à l'observation oculaire) est constituée³ par des jets et des banderoles lumineuses, de forme et d'étendue variables selon les époques et les portions du disque d'où elles paraissent émaner (nous verrons au § 4 que ces variations se ramènent à deux types simples). Ces banderoles donnent un spectre continu, indiquant qu'elles sont constituées par des particules solides ou liquides incandescentes, et, en outre, un spectre fraunhoferien à raies noires, plus faible, et dû, comme le montre, d'autre part, le polariscope, à la lumière du disque solaire diffusée par ces particules.

Près du disque, le spectre continu des banderoles est beaucoup plus intense que le spectre fraunhoferien diffusé. Au contraire, dans les parties plus éloignées, l'intensité relative de celui-ci augmente et le polariscope indique identiquement que la proportion de lumière polarisée augmente dans les régions extérieures de la couronne. Toutes les observations concordent sur ce point. La lumière diffusée par les particules coronales est donc d'autant moins intense par rapport à la lumière propre des particules que l'on est plus près du disque solaire. La proportion de lumière diffusée est d'ailleurs toujours très faible⁴;

4° De même que la portion gazeuse, les banderoles incandescentes de la couronne subissent des variations en rapport avec la période des taches

¹ MRS TODD : Total Eclipses of the Sun. YOUNG : *loc. cit.*, p. 191.

² En 1874, par exemple, année voisine d'un maximum des taches, M. Stone a décelé la raie du coronium à plus de 45' du bord solaire, et elle était très brillante. Au contraire, lors du minimum de 1878, on ne put l'observer à plus de 15' du limbe, et elle était si faible que beaucoup d'observateurs ne la virent pas du tout. Toutes les éclipses ultérieures ont confirmé ces faits. V. notamment à ce sujet : *Bull. Soc. astron. de France*, 1892, p. 269; *C. R.*, t. CXXX, p. 1523 et 1691; *Astroph. Jnal.*, t. XII, p. 77 et 96, etc. Ainsi, en 1900 (minimum des taches), la raie verte était si faible que la plupart des observateurs ne la virent pas; aucun ne la décela à plus de 5' du bord. Il semble à peine hardi d'affirmer que, lors de la prochaine éclipse de 1905, elle sera sans doute beaucoup plus étendue et brillante.

³ YOUNG : *loc. cit.*; SCHEINER, *loc. cit.*, etc.

⁴ *Annales du Bureau des Longitudes*, t. V, p. C. 42; *Nature*, t. XLIV, p. 375.

⁴ YOUNG : *Le Soleil*, p. 170; SCHEINER : *Spectralanalyse der Gestirne*, p. 205-207, etc.

solaires, dans leur structure, leur étendue et leur éclat.

Lors des quatre éclipses ayant eu lieu à une époque de minima des taches depuis la seconde moitié du siècle dernier (1867, 1878, 1889, 1900), ces banderoles ont montré identiquement la même structure générale et les mêmes caractères, qui sont les suivants¹ :

Les filaments coronaux se développent surtout avec abondance dans les régions de l'équateur solaire, d'où ils s'étendent à des distances très grandes, supérieures à plusieurs, et même, comme en 1878, à 12 diamètres solaires; très brillants dans le voisinage immédiat du Soleil, ces filaments diminuent d'éclat à mesure qu'on s'éloigne du disque, pour s'éteindre progressivement à une grande distance; à mesure qu'on s'approche des pôles, leur étendue diminue rapidement et, de plus, ils affectent la forme d'aigrettes et de gerbes curvilignes, inclinées de part et d'autre des pôles vers les régions équatoriales.

Lors des éclipses qui ont eu lieu dans des années plus voisines du minimum que du maximum des taches, la couronne présente la même structure générale, mais les filaments équatoriaux sont déjà beaucoup moins étendus que les années de minima.

Telles ont été les couronnes de 1880 et 1898².

Enfin, lors des éclipses voisines de maxima des taches (1870, 1871, 1882, 1883, 1893), la couronne a présenté les caractères suivants : filaments équatoriaux bien moins brillants et étendus que les années de minima, de sorte qu'il n'y avait plus d'extension marquée de la couronne dans les parties équatoriales; de plus, courbure moins régulière des aigrettes polaires, l'ensemble ayant une structure moins symétrique que les années de minima et les irrégularités de formes paraissant tenir à des causes locales et accidentelles, car elles variaient beaucoup d'une éclipse à une autre et même d'une région à une autre du disque³. De plus, le spectre des filaments était moins intense que lors des années de minima⁴;

5° Il n'y a pas de connexion directe entre la partie gazeuse et les filaments lumineux de la couronne.

Cela ressort de ce fait que, tandis que la partie gazeuse est uniformément distribuée autour du Soleil, les filaments incandescents ont une structure

particulière et très différente, étant, en général, beaucoup plus étendus dans les régions équatoriales, où ils dépassent de beaucoup la largeur de la zone gazeuse incandescente; cela ressort aussi de ce que ces deux parties de la couronne ont des phases exactement opposées, la plus grande extension de la partie gazeuse, qui a lieu lors du maximum des taches, correspondant précisément à l'extension minima des banderoles; enfin, cela ressort surtout nettement du fait souvent constaté que les raies gazeuses de la couronne sont exactement aussi brillantes dans l'intervalle obscur (*rift* comme disent les Anglais) de deux banderoles lumineuses qu'au milieu de celles-ci¹.

J'examinerai plus particulièrement les questions que soulèvent les filaments de particules incandescentes de la couronne. Pour ce qui concerne la portion gazeuse de la couronne, qui, comme il ressort de l'exposé précédent, constitue un phénomène distinct et sans connexion directe avec les filaments à spectre continu, je me borne à renvoyer à une étude antérieure publiée ici même et où j'ai montré que la considération d'un rayonnement électro-magnétique du Soleil paraît élucider les diverses particularités de la couronne gazeuse et notamment ses variations périodiques d'éclat et d'étendue².

II. — ORIGINE DU SPECTRE CONTINU DE LA COURONNE ET DE SES VARIATIONS PÉRIODIQUES.

Une première question se pose : A quoi est dû l'état d'incandescence des particules solides ou liquides qui constituent les rayons coronaux?

M. Deslandres l'attribue à une sorte de phosphorescence due aux rayons cathodiques qui, d'après lui, émaneraient du Soleil; d'autres la croient produite par le frottement des particules dans leur trajet à travers l'atmosphère solaire, par un phénomène analogue à celui qui illumine les étoiles filantes quand elles traversent notre atmosphère.

Il n'est, semble-t-il, pas nécessaire d'avoir recours à ces hypothèses; il est plus naturel de penser que les particules coronales sont portées à la température de l'incandescence par le rayonnement intense qu'elles reçoivent de la photosphère, et le calcul que je vais faire confirme cette manière de voir :

On peut, sans erreur sensible, considérer que le Soleil, qui envoie son rayonnement dans l'espace sidéral, se trouve au centre d'une enceinte fermée infiniment grande et dont la température est voisine du zéro absolu. Or, supposons qu'un corps noir sphérique intercepte une partie du rayonne-

¹ Young : *loc. cit.*; V. dans *The Observatory*, 1898, p. 102, les photographies des couronnes de 1867, 1878, 1889 et dans *Idem*, 1901, p. 363, celle de la couronne de 1900.

² V. *Monthly Notice*, t. LVIII, pl. VIII, et *The Observatory*, t. XXI, p. 102.

³ *The Observatory*, XVII, p. 95; XXI, p. 102; *Annales du Bureau des Longitudes*, V, pl. III.

⁴ *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1884, p. 868; *Astroph. Jnal.*, t. XV, p. 96; *Yerks Obs. Bulletin*, t. XIV, etc.

¹ Young : *loc. cit.*, p. 191; SCHEINER : *Spectralanalyse der Gestirne*, p. 205.

² *Rev. gén. des Sciences*, 1902, p. 382.

ment solaire; la loi de Stefan donne la température θ qu'il prendra par la formule :

$$n\theta^4 = T^4, \quad (\alpha)$$

où T est la température absolue du Soleil et $\frac{1}{n}$ la fraction de l'espace entourant le corps considéré qu'intercepte le disque du Soleil. Mais il résulte des mesures les plus récentes que la température absolue T du Soleil (définie comme étant celle que posséderait un corps noir ayant les dimensions du Soleil et produisant le rayonnement de celui-ci), telle qu'on l'a déduite des mesures actinométriques, est comprise entre 5.000° et 7.000° C. Je considérerai, en prenant la moyenne, T comme égal à 6.000° .

Dans ces conditions, étant donnée une particule coronale située à une distance du Soleil égale à deux rayons de cet astre (et l'extension des jets de la couronne ne dépasse guère cette distance sauf lors du minimum des taches), on voit facilement que l'angle solide x sous-tendu de cette particule par le disque solaire est donné par l'équation :

$$3 \sin \frac{x}{2} = 1,$$

d'où l'on tire :

$$x = 19^\circ = \frac{4\pi}{18,8};$$

la quantité n de l'équation (α) ci-dessus est donc ici égale à 18,8 et la loi de Stefan donne

$$18,8 \theta^4 = 6.000^4,$$

d'où $\theta = 2.884^\circ$ absolus pour la température que prend la particule. En réalité, tous les corps solides et liquides connus s'écartent un peu des propriétés du corps noir théorique, et nous ignorons jusqu'à quel point la matière des particules coronales s'en rapproche. Il n'en reste pas moins que le calcul précédant indique certainement l'ordre de grandeur de la température des particules situées à un diamètre de distance de la surface solaire; et (c'est là que je voulais en venir) l'on voit que cet ordre de grandeur est énormément supérieur à la température nécessaire pour amener à l'incandescence tous les corps connus.

Mais allons plus loin : lors du minimum des taches, les parties équatoriales de la couronne sont, comme on l'a rappelé ci-dessus, visibles parfois jusqu'à une distance égale à 9 ou 10 rayons solaires; un calcul analogue au précédent montre que la température d'une particule située à cette dernière distance est $\theta = 2.065^\circ$ absolus; cette température est encore incomparablement plus élevée que celle qui suffit à rendre incandescents tous les corps. De cette discussion on peut donc légitimement conclure : *L'incandescence des particules de la couronne est due au rayonnement solaire.*

Mais j'ai établi, lors de recherches antérieures⁴, que le rayonnement est plus intense les années de minimum que les années de maximum des taches. Il s'ensuit immédiatement les conséquences suivantes :

1° *Les rayons coronaux doivent être visibles sur une plus grande étendue les années de minimum que les années de maximum des taches; toutes choses égales d'ailleurs, cette différence entre leur extension aux deux époques doit affecter principalement les rayons qui sont au-dessus de la zone des taches, c'est-à-dire près des régions équatoriales du Soleil* (puisque la variation du rayonnement solaire d'une époque à l'autre est due à la fréquence plus ou moins grande des taches);

2° *Le spectre continu de la couronne doit être plus intense les années de minimum que les années de maximum des taches.*

Or, ces deux propositions représentent exactement les phénomènes tels qu'ils ont été invariablement observés (voir ci-dessus I § 3 et 4);

3° Outre leur lumière propre, les particules coronales diffusent une certaine quantité de lumière à raies noires du disque, qui n'est facilement observable que dans les parties les plus extérieures de la couronne. On conçoit fort bien qu'il doive en être ainsi, car la lumière propre des particules donne un spectre continu qui constitue un fond lumineux sur lequel les raies noires de Fraunhofer ne peuvent se détacher d'une manière visible que si ce fond est suffisamment faible, c'est-à-dire dans les parties les plus extérieures de la couronne. Il est vrai que la quantité de lumière diffusée diminue elle-même en même temps que la lumière propre des particules, quand on s'éloigne du Soleil; mais on sait que l'œil est beaucoup plus apte à apprécier une différence d'éclat donnée entre deux lumières faibles qu'entre deux lumières plus intenses, et il en est de même pour la plaque photographique. Or, comme le rayonnement du Soleil et, par suite, la distance du disque à laquelle les particules ont une lumière propre d'une certaine intensité sont moindres les années de maxima des taches que les années de minima, il doit s'ensuire que, si cette distance est l lors d'un maximum des taches et $(l+d)$ lors d'un minimum, toutes choses égales d'ailleurs, les quantités de lumière diffusée que nous recevons des particules seront entre elles comme $\frac{1}{l^2}$ et $\frac{1}{(l+d)^2}$, ce qui signifie que *les raies de Fraunhofer de la lumière solaire diffusée par la couronne doivent être beaucoup plus facilement visibles les années de maxima que les années de minima des taches.*

⁴ Rev. gén. des Sciences, août 1903.

Or, c'est exactement ce qu'ont montré toutes les observations. En effet, tandis qu'en 1871, 1882, 1893 (années de maxima des taches) un grand nombre de raies fraunhoferiennes de la couronne ont pu être observées et mêmes photographiées par MM. Janssen, Schuster, de la Baume-Pluvinel, etc..., aucun observateur n'a pu nettement constater leur présence lors des éclipses qui ont eu lieu lors du minimum des taches¹.

Il paraît peut-être que les considérations que je viens d'exposer éclaircissent sur divers points ces premiers problèmes que constituaient : les variations d'étendue et d'éclat des filaments coronaux, et les changements périodiques des intensités respectives du spectre continu et du spectre fraunhoferien de ces filaments.

III. — STRUCTURE DES RAYONS CORONAUX.

Si nous tournons maintenant notre attention vers la structure si spéciale et les conditions d'équilibre de cette partie de la couronne, la question, malgré son apparente complexité, ne sera peut-être pas inabordable, grâce aux données obtenues ci-dessus et à l'application de quelques notions simples empruntées à la Mécanique céleste.

Dès 1871, Young avait montré² que les rayons coronaux ont de fréquentes similitudes de forme avec les queues des comètes et semblent démontrer, comme celles-ci, l'existence sur le Soleil de forces répulsives opposées à la pesanteur; Huggins est arrivé à la même conclusion³ et il a montré que l'examen des photographies de la couronne conduit inévitablement (*irresistibly*) à admettre l'existence dans le Soleil de pareilles forces répulsives. Depuis, les expériences de Lebedeff⁴ et d'autres savants, confirmant les théories de Maxwell et Bartoli, ont établi l'existence de la pression de radiation et prouvé que le rayonnement du Soleil doit exercer une répulsion sur les particules de son atmosphère. Parlant de là, M. Arrhénius a énoncé l'hypothèse suivante⁵ : « Les particules repoussées par les rayons solaires, donnent naissance au-dessus des lieux d'éruption, aux prolongements filamenteux particuliers de la couronne...; ces prolongements ont naturellement leur racine aux points où l'activité éruptive est maximum, c'est-à-dire dans la région des taches... La plus grande partie des particules des rayons coronaux retombe sur le Soleil

en décrivant des trajectoires très incurvées comme on en a observé pendant les éclipses, soit parce qu'elles sont trop grosses, soit parce que plusieurs petites se réunissent pour donner une particule plus grande dont la pesanteur dépasse l'effet répulsif ».

J'ai déjà montré ailleurs⁶ que l'effet de la pression de radiation, envisagé de cette manière, conduit à des conséquences contraires aux faits observés en ce qui concerne les variations undécennales de la couronne; je me propose, en outre, de montrer ci-dessous qu'il n'explique pas davantage l'incurvation caractéristique des rayons coronaux.

Je rappellerai d'abord que les formes des banderoles coronaales lors des éclipses demeurent absolument immobiles pendant la totalité. En 1883, par exemple, M. Janssen a observé « que les formes de la couronne ont été absolument fixes pendant toute la durée de la totalité »⁷; d'autre part, Young, observateur de nombreuses éclipses, dit : « L'impression produite sur l'esprit par la couronne est celle d'une immobilité calme et sereine ».⁸ Enfin, les photographies prises pendant les éclipses à plusieurs heures de distance, dans des stations séparées par des milliers de kilomètres, sont absolument d'accord⁹ et montrent, comme dit Young, que « les principaux traits de la couronne persistent pendant des heures au moins », malgré l'agitation perpétuelle de la photosphère que montrent si bien les photographies solaires de Meudon, sur lesquelles les granulations photosphériques ne sont jamais disposées identiquement à quelques minutes seulement d'intervalle.

Il s'ensuit que *les banderoles coronaales sont constituées en majeure partie par des particules qui flottent en quelque sorte et dont la pesanteur est, à très peu près, balancée par la répulsion de Maxwell-Bartoli.*

Considérons alors le Soleil à l'époque d'un minimum d'activité, c'est-à-dire au moment où toutes les parties de sa surface, les régions équatoriales comme les régions polaires, sont dans un état sensiblement uniforme de calme relatif. Nous avons rappelé (voir ci-dessus I § 4) quels sont les caractères, toujours identiques, des couronnes observées les années de minima (1867, 1878, 1889, 1900). Le dessin ci-contre (fig. 1), fait d'après les photographies prises pendant l'éclipse de 1878¹⁰, par exemple, représente schématiquement, mais aussi fidèlement

¹ V. notamment *C. R.*, t. CXXXII, p. 1259-1266, les observations de M. de la Baume-Pluvinel à ce sujet.

² YOUNG : *Americ. Journ. of Science*.

³ HUGGINS : Bakerian lecture (*Proceed. of the Royal Soc.*, t. XXXIX, p. 108).

⁴ *Rapp. du congrès internat. de Phys.*, 1900, et *Wiedemann's Annalen*, 1901, (3), p. 433-458.

Rev. gén. des Sciences, 1902, p. 68.

⁵ *Revue gén. des Sc.*, 1902, p. 381, et *Annales de l'Observatoire de Nice*, t. IX.

⁶ *Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1884, p. 859.

⁷ *Le Soleil*, p. 191-192.

⁸ HUGGINS : *loc. cit.*, p. 119-120. DESLANDRES : *loc. cit.*, C. 46, etc.

⁹ *Reports on the total solar Eclipse of July 29, 1878*, by the U. R. Naval Observatory, pl. 19, 20 et 21.

que possible, la structure des rayons coronaux sur ces photographies, et il suffit de jeter un coup d'œil sur les photographies des couronnes de 1867, 1889 et 1900 pour s'assurer que la forme générale en est identiquement semblable.

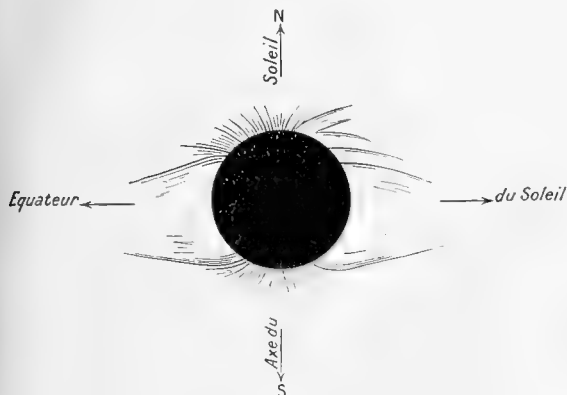


Fig. 1. — Structure des rayons coronaux observés pendant l'éclipse totale de 1878.

Le premier fait qui frappe est l'incurvation caractéristique des jets coronaux, accentuée surtout dans les régions voisines des pôles. Peut-on, comme l'a proposé M. Arrhénius, attribuer cette incurvation aux particules les plus pesantes qui retombent sur le Soleil? Il semble que non; en effet :

1° La pesanteur d'une particule située au-dessus du Soleil est dirigée suivant la normale à la surface solaire qui passe par cette particule; si, d'autre

azimuts quelconques autour de cette normale. Or, on ne constate rien de pareil sur le Soleil : les trajectoires des jets coronaux sont toujours inclinées vers l'équateur solaire; autrement dit, l'angle que forme avec la direction de l'axe du Soleil une portion quelconque d'un jet coronal est toujours plus *grand* que l'angle formé avec *cet* axe par la normale à la surface solaire menée à la base du jet coronal considéré;

2° Si la force qui produit l'incurvation des jets coronaux était la pesanteur des particules, les jets devraient fréquemment affecter la forme $j_0 j_3 j_2$ (fig. 2), c'est-à-dire que l'extrémité du jet devrait être dirigée vers la surface solaire, comme en j_2 . Or, sur aucune des photographies de la couronne prises les années de minima des taches, nous n'avons pu trouver un *seul exemple* de jets dirigés de cette manière au-dessus d'une région du disque dénuée de taches. Et cela est d'autant plus concluant que, si de pareils jets existaient, les particules situées en j_2 , et comme telles portées à une incandescence plus vive, devraient être beaucoup mieux visibles que la partie j_3 et presque aussi lumineuses que la base j_0 du jet. Au contraire, sur toutes les photographies, la courbure des jets est invariablement semblable à $j_0 j_3 j_1$, c'est-à-dire qu'un élément quelconque des jets, aussi loin qu'on peut les suivre, et jusqu'à leurs extrémités, fait toujours un angle plus petit que 90° avec la normale à $S S'$ menée de cet élément (les angles étant comptés de 0° à 180° dans le sens de la flèche à partir de cette normale), *contrairement à ce qu'on devrait observer si l'incurvation des rayons coronaux était due à la chute des particules sur le Soleil.*

La force qui produit cette incurvation n'est donc pas la pesanteur, et il faut chercher autre chose.

IV. — THÉORIE NOUVELLE DE LA STRUCTURE CORONALE.

Or, si les particularités de la structure coronale ne peuvent être dues à une force dirigée, comme la pesanteur, normalement à la surface solaire, il semble qu'elles s'expliqueraient toutes, et immédiatement, par l'existence d'une force qui tendrait à amener vers le plan équatorial solaire les particules en suspension au-dessus de la photosphère. En effet, toutes les particularités des jets coronaux que nous venons de passer en revue : leurs courbures caractéristiques d'autant plus accentuées que l'on se rapproche des pôles et dirigées symétriquement par rapport à ceux-ci, l'extension extraordinaire des rayons équatoriaux, impliquent *irrésistiblement* l'existence d'une pareille force.

Et nous allons essayer de montrer maintenant que les particules en suspension au-dessus du

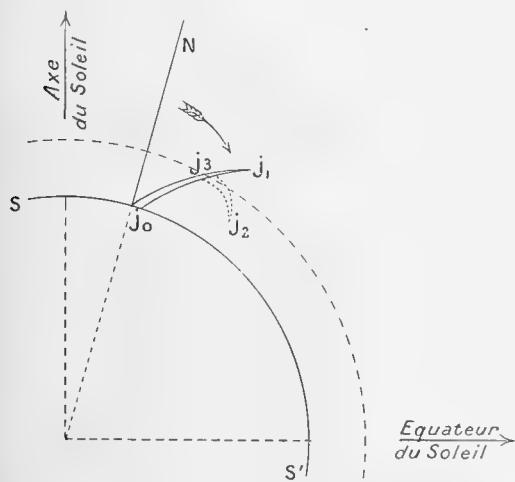


Fig. 2. — Trajectoire des rayons coronaux. — SS' , surface solaire; $j_0 j_3 j_1$, trajectoire observée.

part, il existe des causes perturbatrices (courants atmosphériques, etc.), telles que celles qui font que les gouttelettes d'un jet d'eau forment des trajectoires incurvées, les trajectoires devront être, comme dans le cas d'un jet d'eau, disposées en moyenne dans toutes les directions et orientées dans des

Soleil, par l'effet de la pression de radiation, *peuvent et doivent* effectivement être soumises à une force de ce genre.

Laplace, dans son exposition du système du Monde, a montré que, dans la contraction de la nébuleuse solaire primitive autour de son noyau, la limite où la force centrifuge et la force d'attraction des molécules sont égales a dû se rapprocher peu à peu du centre, et que les molécules abandonnées au delà de cette limite ont dû s'accumuler vers les régions équatoriales en donnant à la nébuleuse la forme annulaire qui est visible encore aujourd'hui dans les anneaux de Saturne. Voici comment Newcomb s'exprime à ce sujet : « La nébuleuse solaire devait avoir au début une forme à très peu près sphérique. A mesure qu'elle s'est contractée, l'effet de la force centrifuge a été plus marqué. Lorsque, enfin, la contraction a été assez avancée pour que la force centrifuge et la

le voisinage de l'équateur; mais, au lieu de couper celui-ci comme les surfaces intérieures, elle s'arrête avant de l'atteindre, devient tangente aux rayons partant du centre et s'éloigne ensuite indéfiniment de part et d'autre (fig. 3).

Le rayon équatorial de la surface limite satisfait à l'équation :

$$R = \alpha^{-\frac{1}{3}}.$$

où α est le rapport de la composante verticale de la force centrifuge à la pesanteur, à l'unité de distance et à l'équateur. Si α vient à augmenter, par suite, par exemple, d'une augmentation de la vitesse angulaire, R diminue, et, comme le montre M. Roche, le fluide atmosphérique ayant dépassé la surface libre limite s'écoule des régions polaires dans le plan de l'équateur par les ouvertures que présente dans cette région la surface de niveau S_2 .

Or, il semble que nous pouvons légitimement transporter ces notions dans l'étude des essais de particules en suspension autour du Soleil, et qui constituent les filaments de la couronne. Rappelons, en effet, que M. Roche a montré¹ que les notions que nous venons d'examiner s'appliquent parfaitement à l'atmosphère gazeuse actuelle du Soleil. (Cela résulte du fait que, dans le cas de l'atmosphère du Soleil, l'hypothèse sur laquelle est basé le calcul de M. Roche, à savoir que l'attraction du noyau l'emporte énormément sur celle de l'atmosphère, est *effectivement* réalisée ici.) Il nous suffira donc, pour pouvoir appliquer ces notions aux filaments de particules incandescentes de la couronne, de montrer que les particules flottantes qui constituent ces filaments peuvent être, sans erreur sensible, assimilées, par leurs propriétés mécaniques, à des molécules gazeuses atmosphériques.

Pour établir les équations des courbes de niveau, M. Roche a défini ces molécules atmosphériques par les deux conditions suivantes : *l'attraction des molécules les plus voisines sur une molécule donnée est négligeable par rapport à l'attraction de l'astre central; les molécules atmosphériques participent au mouvement de rotation de l'astre.*

Or, nous allons voir que ces deux conditions sont précisément réalisées dans le cas des particules constituant les filaments coronaux. En effet :

1° Nous pouvons calculer l'ordre de grandeur de l'attraction exercée sur une particule coronale par les particules les plus voisines².

¹ Résal : Mécanique céleste, *passim*.

² Voici ce calcul : Il faut connaître d'abord, pour résoudre la question, la distance moyenne des particules coronales entre elles, distance que l'on peut calculer approximativement de la manière suivante :

Des mesures photométriques soignées de l'éclat de la couronne ont été faites par Langley, qui a trouvé (*Proceed.*

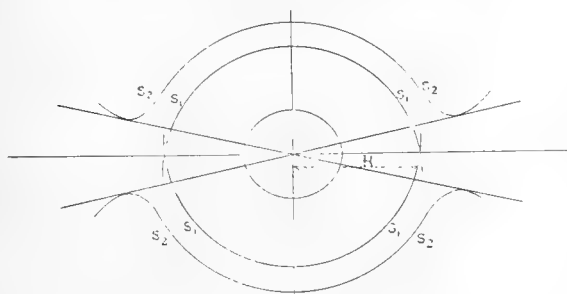


Fig. 3. — Formes des surfaces de niveau S_1, S_2 de la nébuleuse primitive.

force d'attraction se fissent à peu près équilibre à la limite équatoriale extérieure, le résultat a dû être que la contraction dans la direction de l'équateur a entièrement cessé et s'est confinée dans les régions polaires, *d'où chaque particule tombait, non vers le centre, mais vers le plan de l'équateur solaire...* »

Avant Laplace, Kant, après lui tous ceux qui ont abordé le problème cosmogonique, Faye, Wolf, etc., ont émis sur ce point des idées identiques. Mais ces idées n'ont pris une forme précise, mathématique, que grâce aux travaux de M. Roche.

M. Roche, dans l'hypothèse que la nébuleuse primitive possédait un noyau central dont l'attraction l'emportait énormément sur celle de son atmosphère, a établi les équations des surfaces de niveau de celle-ci. Il en résulte que ces surfaces de niveau possèdent une forme lenticulaire, et d'autant plus aplatie que l'on s'éloigne du centre; que, d'autre part, à une certaine distance du centre, il existe une *surface limite* de niveau S_1 , de rayon équatorial R , fermée, et telle que la surface de niveau qui la suit vers l'extérieur, S_2 , l'enveloppe et en diffère infiniment peu jusque dans

Le calcul indique que l'attraction mutuelle des particules coronales est absolument négligeable par rapport à celle qu'exerce sur elles le Soleil;

2° On voit facilement que, les particules coronales en suspension au-dessus de la photosphère devant participer à la rotation du Soleil, par suite des frottements réciproques que les diverses couches de la partie gazeuse de la couronne exercent entre elles et contre la photosphère, cette atmosphère gazeuse doit suivre dans son mouvement de rotation le Soleil. En fait, M. Deslandres a,

Roy. Soc., t. XXXIX, p. 410) qu'à 3' du bord solaire l'éclat apparent de la couronne ne dépasse pas 1/10 de celui de la pleine Lune, et qu'il diminue à mesure qu'on s'éloigne du disque. Abney est arrivé à des résultats analogues (*Philos. Transact.*, A, 1889, p. 381). Soit l la distance de la Terre à la Lune, L la distance Terre-Soleil. La quantité de lumière solaire diffusée que nous recevons de la pleine Lune est, par unité de surface de celle-ci, proportionnelle à $\frac{1}{L^2 l^2}$; la quantité de lumière solaire diffusée qui nous vient des particules de la couronne solaire situées à 3' du limbe est (3' égalant ici sensiblement $\frac{l}{3}$), par unité de surface diffusante des particules (et en supposant leur pouvoir diffusif voisin de celui de la Lune, ce qui, dans ce calcul approximatif, n'a qu'une influence négligeable sur l'ordre des grandeurs du résultat), proportionnelle à

$$\frac{1}{l^2 L^2}$$

Si, au lieu de comparer les quantités de lumière diffuse par unité réelle de surface de la Lune et de la couronne, on compare les quantités que nous recevons par unité de surface angulaire (c'est-à-dire apparente) de la Lune et de la couronne, on voit, en tenant compte des distances, que celle-là est à celle-ci comme

$$\frac{1}{l^2 L^2} \text{ est à } \frac{1}{l^2} \times \frac{L^2}{l^2}$$

Si s désigne la portion de la surface d'une particule coronale sphérique qui diffuse vers la Terre la lumière photosphérique et si Σs désigne la somme de ces surfaces diffusantes pour toutes les particules situées dans l'unité de surface angulaire de la couronne, on voit que, en tenant compte du résultat de Langley rappelé ci-dessus, et en admettant que toute la lumière que nous recevons de la couronne est de la lumière photosphérique diffusée (ce qui est loin d'être exact, car j'ai rappelé au début de cet article que la lumière diffusée n'est qu'une faible partie de la lumière coronale; cette inexactitude volontaire nous donnera une valeur trop grande de l'attraction mutuelle des particules et mes conclusions en seront fortifiées *a fortiori*), on peut écrire l'équation suivante :

$$\frac{1}{l^2 L^2} = 10 \times \frac{1}{l^2} \times \frac{L^2}{l^2} \times \Sigma s.$$

D'où sensiblement :

$$\Sigma s = \frac{l^2 \cdot 10^{-2}}{L^2}.$$

On sait que :

$$\frac{l}{L} = 2,5 \times 10^{-3} :$$

Donc :

$$\Sigma s = 6,2 \times 10^{-8}.$$

Parmi les particules coronales, les unes sont situées en

en 1893, montré, par l'étude des vitesses radiales de la raie du coronium, que la couronne participe à la rotation solaire. Si les résultats numériques de M. Deslandres, qui tendent à attribuer à la couronne une durée de révolution égale à celle du Soleil, demandent confirmation, il n'en demeure pas moins que, qualitativement, il est certain que la couronne gazeuse tourne dans le même sens que le Soleil. Or, les particules incandescentes qui flottent au-dessus de la photosphère, au sein de l'atmosphère gazeuse, doivent être en-

delà du plan perpendiculaire au rayon visuel (qui passe par le centre du Soleil, d'autres en delà, mais toutes, par l'effet de la perspective, semblent se projeter sur lui; si l'on considère une particule située dans ce plan et de rayon ρ , la portion de sa surface éclairée par le Soleil et qui nous renvoie sa lumière diffusée est sensiblement, si on la projette sur ce plan, égale à $\frac{\pi \rho^2}{2}$; sa surface totale projetée sur ce plan est $\pi \rho^2$. Donc la somme des surfaces totales des particules projetées sur ce plan par unité de surface est :

$$2 \Sigma s = 1,2 \times 10^{-7}.$$

Supposons que toutes ces particules se trouvent réellement dans le plan considéré (ce qui est certainement inexact, mais nous exagérons à dessein, dans ce calcul, toutes les circonstances, devant donner une valeur trop forte de l'attraction mutuelle des particules, car notre conclusion n'en sera que fortifiée). Or, la distance moyenne des particules voisines, λ , est donné dans ce cas par l'équation (V. Théorie cinétique, Meyer) :

$$\lambda^3 = \frac{2s}{2 \Sigma s} = \frac{\pi \rho^2}{1,2 \times 10^{-7}}.$$

Mais, ainsi qu'Arrhenius l'a calculé, la valeur de ρ correspondant à une répulsion de radiation égale à la pesanteur (ce qui est, comme je l'ai montré, le cas des particules coronales) est voisine de 1μ (pour une densité voisine de 1, mais il est facile de voir qu'une densité différente ne changerait pas l'ordre de grandeur du résultat que l'on va trouver).

L'équation ci-dessus donne alors $\lambda = 5 \text{ cm } 4$ environ; la masse de la particule est, d'ailleurs :

$$m = \frac{1}{3} \pi \rho^3 = 4 \times 10^{-9}$$

environ, et l'attraction exercée par une particule sur les particules les plus voisines est, d'après la loi de Képler, proportionnelle à

$$\frac{m}{\lambda^2} = 1,5 \times 10^{-10} \text{ (en C. G. S.).}$$

Or, l'attraction exercée par le Soleil sur une particule située à 3' du limbe est environ proportionnelle à 3×10^{14} , c'est-à-dire 2×10^{24} fois plus grande que l'attraction exercée par les particules voisines. Si même on considère des portions de la couronne situées à des distances beaucoup plus grandes du disque, on voit facilement que l'attraction du Soleil ne cessera pas d'être infiniment plus grande que celle des particules voisines.

On peut tirer de ce calcul une autre conclusion intéressante : il montre, en effet, que les distances mutuelles des particules coronales sont énormes relativement à leurs dimensions, et ceci explique que l'interposition, entre notre œil et la surface solaire, de ces sortes de nuages de particules que sont les filaments coronaux, ne nous empêche pas de voir et de photographier tous les détails de la photosphère. Le calcul précédent montre, en effet, l'état de dissémination extrême de ces particules.

traînées par celle-ci dans son mouvement de rotation de la même manière que, dans notre atmosphère, les nuages, lorsqu'il n'y a pas de vent, sont entraînés dans le sens de la rotation de la Terre (et cela d'autant plus facilement que les particules coronales, vu leur petitesse, offrent une grande surface relativement à leur masse). Nous pouvons donc énoncer que : *les particules coronales tournent autour du Soleil*. Quant à la vitesse réelle de cette rotation, elle n'a pas besoin d'être connue pour que les raisonnements que nous allons faire soient exacts; il suffit, en effet, comme le montre l'examen des équations de Roche, et comme nous allons le voir, que cette vitesse ne soit pas nulle (ce que nous venons d'établir) pour que ces raisonnements subsistent intégralement.

Les deux conditions auxquelles M. Roche a assujéti les molécules atmosphériques sont donc réalisées dans le cas des essais de particules incandescentes de la couronne, et *les équations des courbes de niveau atmosphériques établies par lui sont applicables à ces particules*¹.

V. — CONCLUSIONS.

Nous avons montré précédemment que les banderoles coronales sont constituées en majeure partie par les particules dont la pesanteur est à très peu près balancée par la répulsion de Maxwell-Bartoli, et nous avons déduit ce fait (voir ci-dessus) de l'immobilité des formes coronales pendant toute la durée des éclipses. On pouvait, en quelque sorte, prévoir *a priori* ce résultat : en effet, parmi les particules projetées au-dessus de la photosphère, celles dont la pesanteur dépasse notablement la répulsion de radiation doivent rapidement retomber à la surface; celles, au contraire, dont la surface est telle que la pression de radiation dépasse de beaucoup leur pesanteur doivent s'éloigner très rapidement des environs du Soleil; donc, seules les particules dont la pesanteur est voisine de la pression de Maxwell-Bartoli peuvent demeurer au-dessus de la surface solaire et s'y accumuler en grand nombre, et tout ceci nous conduit de nouveau à la conclusion que *les filaments de la couronne sont formés surtout de particules dont la pesanteur balance à peu près la répulsion due au rayonnement*.

Or, d'après les calculs de M. Roche, un essaim de particules doit s'écouler des pôles vers l'équateur dès qu'il a dépassé la *surface limite* définie

¹ Les équations de M. Roche (voir RESAL : *loc. cit.*) montrent, en effet, que, quelle que soit la valeur de α (définie plus haut), les courbes de niveau ne cessent pas de rester semblables à elles-mêmes; elles se rapprochent ou s'éloignent seulement plus ou moins du centre, selon la valeur de α , sans que leur forme diffère.

plus haut, et où la pesanteur est exactement balancée par la composante verticale de la force centrifuge.

Toute cause qui diminue la pesanteur diminue le rayon de cette surface limite et rapproche celle-ci du Soleil; comme les particules coronales flottant au-dessus de la photosphère ont, ainsi que nous venons de le voir, leur pesanteur sensiblement annulée par la répulsion de Maxwell-Bartoli, il s'ensuit que *cette surface limite* (qui devrait, si cette répulsion n'existait pas, se trouver, comme le montre le calcul, à une distance du Soleil égale à trente-six rayons de cet astre)⁴ *se confond avec la photosphère elle-même du Soleil*.

Donc, les particules incandescentes de la couronne, projetées par les mouvements de la photosphère au-dessus de celle-ci, doivent s'écouler des régions polaires vers l'équateur et s'y accumuler. Ce mouvement des particules vers l'équateur doit être, d'ailleurs, d'autant plus marqué qu'elles sont plus éloignées de la photosphère, car les mouvements éruptifs de celle-ci tendent à leur donner une direction qui lui est normale. Il s'ensuit que *les essais de particules coronales doivent affecter la forme de rayons courbes dont la concavité est dirigée vers l'équateur solaire, et que la courbure de ces rayons doit avoir précisément les caractères que nous avons reconnus sur les photographies coronales*. Il s'ensuit également que *les rayons de la couronne doivent être d'autant plus étendus que l'on s'éloigne davantage des pôles du Soleil, et que, vers l'équateur, ils doivent avoir une très grande extension, car, au voisinage du plan équatorial, les surfaces de niveaux s'ouvrent en deux nappes indéfinies*.

Toutes ces conséquences de notre théorie sont bien conformes aux faits, et il semble que les particularités essentielles de la structure et de la lumière des formes coronales se trouvent ainsi simplement expliquées.

Si, de la considération de la structure de la couronne aux époques de minima des taches (qui peut être considérée comme la forme d'équilibre normale de la couronne), nous passons à celle de la couronne aux époques de maxima, les conséquences de notre conception ne semblent pas moins justifiées par les faits. Nous l'avons déjà montré en ce qui concerne les variations de l'éclat et de l'étendue des diverses parties et des diverses

⁴ RESAL : Mécanique céleste. Cette distance, calculée par Roche, serait évidemment plus grande si la durée de rotation des particules autour du Soleil était inférieure à celle de l'astre central; mais, dans le cas qui nous occupe, on voit immédiatement que, quelle que soit cette vitesse de rotation, et pourvu qu'elle ne soit pas nulle (ce que nous avons établi ci-dessus), la surface limite se confond ici avec la photosphère.

lumières qu'elles émettent, parallèles aux variations de l'activité solaire (voir ci-dessus). En ce qui concerne la structure des banderoles coronales, voici ce qui doit se passer : tandis que, lors du minimum des taches, toutes les parties de la surface solaire sont dans un état uniforme de calme relatif (comme le montre notamment l'étude photographique des granulations), et rayonnant la même quantité de chaleur et de lumière, ce qui a nécessairement pour effet de permettre aux forces qui donnent à la couronne sa forme normale de se manifester régulièrement et à l'abri des causes perturbatrices, au contraire, lors du maximum des taches, les régions voisines de l'équateur solaire émettent moins de chaleur que les régions polaires et sont dans un état continu d'agitation violente et irrégulière; il doit, par suite, se produire au-dessus de la photosphère des courants de convection eux-mêmes très puissants et irréguliers, dont la direction et la force doivent dépendre surtout de circonstances accidentelles et locales. Les essaims de particules coronales qui flottent au-dessus de la photosphère sont les jouets de cette agitation continuelle, qui peut masquer complètement l'effet

régulier des forces que nous avons étudiées ci-dessus et les formes coronales normales doivent en être considérablement affectées. Donc, tandis que les couronnes des années de minima se ramènent toutes à un type unique, celles des années de maxima, tout en offrant encore une forme générale analogue, doivent présenter entre elles de nombreuses différences d'aspects; ces différences doivent avoir un caractère accidentel, c'est-à-dire qu'elles ne doivent pas se reproduire d'une manière identique dans deux couronnes différentes, et que, dans une même couronne, elles doivent avoir une apparence dénuée de toute symétrie.

Or, tous ces caractères sont, point pour point, ceux que l'expérience a révélés.

Telles sont les idées que m'a suggérées l'étude de la couronne solaire. Il apparaîtra peut-être qu'elles apportent quelques éléments nouveaux pour la solution des problèmes complexes que soulève ce phénomène, un des plus mystérieux de l'Astrophysique.

Charles Nordmann,

Docteur ès sciences,
Attaché à l'Observatoire de Paris

LA THÉORIE DES ÉLECTIONS

ET LA REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE

PREMIÈRE PARTIE : SYSTÈME MAJORITAIRE ET SYSTÈMES DE RÉPARTITION PROPORTIONNELLE

Un *Mémoire sur les élections au scrutin*, dû à un illustre mathématicien, Borda, et publié dans l'*Histoire de l'Académie royale des Sciences*¹, avait, dès l'année 1781, attiré l'attention des hommes de science sur le vice ou plutôt sur l'un des vices de la méthode ordinaire des élections à la majorité des suffrages.

Pour la première fois, Borda démontrait que, contrairement à l'opinion généralement reçue, la pluralité des voix n'indique pas toujours, dans une élection au scrutin, le vœu des électeurs. Il mettait en lumière cette vérité paradoxale que, quand il y a plus de deux candidats en présence, celui qui obtient la pluralité des voix n'est pas nécessairement celui que les électeurs préfèrent à ses concurrents. A la manière ordinaire de faire les élections, très défectueuse, parce que « les électeurs ne peuvent faire connaître d'une manière assez complète », dans cette forme d'élection, leur opinion sur les

différents candidats en présence, Borda substituait sa méthode du *vote gradué*.

A vrai dire, Borda avait traité la question plus particulièrement au point de vue des élections académiques et de celles où il s'agit, non pas de choisir un représentant, mais simplement d'élire la personne la plus digne et la plus capable de remplir une fonction déterminée sans caractère représentatif.

Peu de temps après, un des grands penseurs du XVIII^e siècle, Condorcet, traitait à son tour la même question dans son *Essai sur l'application de l'Analyse aux probabilités des décisions rendues à la pluralité des voix*¹. Il la reprenait dans son ouvrage sur les *Assemblées provinciales* (note première intitulée : *Sur la manière de connaître le vœu de la pluralité dans les élections*) et dans différentes études sur la théorie des élections.

Le mode d'élection théorique proposé, en principe, par Condorcet diffère de la méthode de Borda.

¹Année 1781, *Mémoires de Mathématiques et de Physique*, p. 657.

¹ Paris, 1785.

Mais ces deux méthodes, bien que divergentes, tendent cependant l'une et l'autre — d'une manière plus ou moins sûre, — au même but : *faire connaître les véritables préférences de la majorité des électeurs*, de manière à assurer l'élection de celui des candidats que la majorité juge être *le plus digne*.

I. — LE SYSTÈME MAJORITAIRE.

Dans leurs recherches, ni Borda ni Condorcet n'ont examiné la question de savoir s'il ne serait pas possible et nécessaire, quand il s'agit d'élections à des fonctions *représentatives*, de tenir compte non pas seulement des préférences de la majorité des électeurs, mais d'une manière générale de celles des électeurs de tous les partis. Si l'on veut assurer dans une assemblée de représentants *la majorité des suffrages représentatifs à l'opinion qui a la majorité dans le corps électoral*, n'est-il pas nécessaire de *donner des représentants de leur choix, et en nombre proportionnel à leur force numérique, à tous les groupements d'opinion entre lesquels se partagent les suffrages des électeurs*, et non pas seulement aux majorités instables et mouvantes sorties tant bien que mal de la bataille confuse des partis dans chacune des circonscriptions, très inégales⁴ et arbitrairement déterminées, où une législation vouée à tous les abus² et le hasard des circonstances (nécessités professionnelles, etc.) ont parqué pêle-mêle les électeurs de toutes les opinions?

Un siècle d'expériences électorales représentatives, qui nous séparent des travaux de Borda et de Condorcet, a mis en pleine lumière l'importance primordiale de cette question. Ces expériences ont attiré de plus en plus l'attention, non seulement sur l'insuffisance du mode ordinaire d'élection *en tant que méthode de sélection*, insuffisance que Borda et Condorcet avaient déjà discernée plus ou moins clairement dans leurs investigations, mais aussi, et plus encore peut-être, sur l'impossibilité où l'on se trouve, en appliquant ce mode d'élection,

de réaliser un régime vraiment représentatif. Quelques milliers d'expériences ont fait ressortir cette impossibilité et ont mis en évidence, d'une manière souvent très frappante, même pour les esprits les moins déliés, les inégalités, les inconvénients multiples¹, les iniquités souvent révoltantes et les dangers que peut comporter le mode ordinaire d'élection *en tant que méthode représentative*. Elles en ont fait éclater l'insuffisance en provoquant, à différentes reprises, des crises parfois aiguës dans la vie des démocraties représentatives, et jusqu'à de véritables guerres civiles, avec tout ce qu'une pareille calamité peut comporter de tristesse et de sauvagerie.

Les exemples historiques qui ont mis en lumière cette insuffisance dangereuse sont trop nombreux pour que nous puissions songer à les citer ici. Rappelons simplement que ce fut à la suite de la Révolution qui éclata à Genève en 1846 — provoquée par les résultats scandaleux du système électoral — que Victor Considérant² adressa aux membres de l'Assemblée constituante de la République genevoise une brochure sous forme de lettre intitulée : « *De la sincérité du gouvernement représentatif ou exposé de l'élection véridique* » (26 oct. 1846), où il faisait une esquisse — très claire, mais assez imparfaite sous certains rapports — de la réforme électorale. La proposition de Considérant n'eut aucun résultat immédiat, — pas plus que le projet, assez analogue, publié vers la même époque par Th. Gilpin, à Philadelphie, — et de nouveaux troubles ensanglantèrent les rues de Genève en 1864, à la suite d'une élection complémentaire au Conseil d'État. Les deux candidats en présence, radical et conservateur, avaient obtenu des nombres de suffrages sensiblement égaux. L'élection fut contestée, les armes à la main, par les partisans du candidat radical, qui s'étaient emparés d'un certain nombre de fusils et d'un canon. Les morts et les blessés ne tardèrent pas à joncher le sol de la République. Les troupes fédérales avaient rétabli l'ordre lorsque des élections eurent lieu pour le renouvellement du Grand Conseil. Le territoire du canton est divisé en trois circonscriptions qui désignent au scrutin de liste, la première et

⁴ En France, aux élections de 1902, la population légale des circonscriptions (recensement de 1901) variait entre 124.656 habitants (7^e circonscription de l'arrondissement de Lille) et 13.855 (Barcelonnette); le nombre des électeurs inscrits entre 3.401 (Barcelonnette) et 34.692 (3^e circonscription de Nantes). En Allemagne, la population des circonscriptions qui nomment un représentant variait, aux élections de 1903, entre 43.132 et 696.608 habitants. Il serait facile de citer cent autres exemples non moins graves, celui des circonscriptions municipales de Paris, etc.

² Je ne puis faire ici un historique des abus de la *géographie électorale* (découpage des circonscriptions), qui, en France, sous l'Empire, ont inspiré des discours retentissants à Jules Favre, à Thiers, etc., et qui, aux États-Unis, ont reçu un nom spécial, celui de *gerry-mander*. Cf. WEIL : *Les élections législatives depuis 1789*; COMBONS : *Proportional Representation*, etc.

¹ Je ne m'étendrai pas ici sur ces inconvénients. Ils ont été étudiés par nombre de publicistes appartenant à tous les pays où le régime représentatif a fonctionné dans sa forme encore rudimentaire, et à tous les partis : Victor Considérant, Thomas Gilpin (Philadelphie), E. de Girardin, Hare, Stuart Mill, Louis Blanc, E. Naville, F. Herold, Boutmy, Prévost-Paradol, Pernolet, Campagnole, Maurice Vernes, Hagenbach-Bischoff, sir John Lubbock (lord Avebury), Y. Guyot, G. Picot, Saripolos, La Chesnais, etc.

² On sait que Considérant, après s'être démis de ses fonctions d'officier du génie, était devenu, à la mort de Fourier, chef de l'École phalanstérienne. En 1846, il séjourna à Genève.

la deuxième 44 députés chacune, et la dernière 22. Les radicaux eurent la majorité des suffrages : 5.580 électeurs se prononcèrent en faveur de leurs candidats, mais ils n'obtinent que 44 sièges, tandis que la minorité conservatrice, ne comptant qu'une moyenne de 5.500 voix, en obtint 61.

C'est à la suite de ces événements qu'un certain nombre de citoyens genevois fondèrent, en janvier 1865, sur l'initiative de M. E. Naville, correspondant de l'Institut, une *Association pour l'étude de la réforme électorale*, qui ne tarda pas à devenir le centre du mouvement proportionnaliste de l'Ancien et du Nouveau Monde. L'association réformiste de Genève a préconisé et propagé ce qu'on appelle d'ordinaire le *système suisse* de représentation proportionnelle, dont je parlerai plus loin.

En 1890, une révolution violente éclatait dans le Tessin à la suite des élections. Le mouvement in-

surrectionnel avait pris pour mot d'ordre la formule suivante :

12.166 libéraux élisent. . . . 35 députés.
12.783 conservateurs élisent. 77 députés.

qui exprimait d'une manière saisissante l'iniquité des résultats que peut produire le système majoritaire. Ce fut à la suite de cette révolution que le principe de la *proportionnalité* fut pour la première fois adopté et introduit dans la législation électorale d'un canton suisse. Et ce principe ne tarda pas à être adopté également dans d'autres cantons de la Confédération, Neuchâtel, Genève, etc.

De la Confédération suisse passons rapidement à la grande Confédération américaine. Le régime majoritaire a produit des résultats épouvantables aux États-Unis. Il faudrait un bien gros volume pour faire l'histoire des abus et des crises que ce régime a déchainés dans la démocratie américaine. Je me bornerai à citer — après R. Buckalew et Sir John Lubbock — un simple fait :

Il résulte d'un rapport circonstancié, publié en 1869 par le Sénat des États-Unis, que, parmi les causes qui rendirent inévitable la guerre de Séces-

sion (1860-65), et occasionnèrent la mort de 260.000 hommes, il faut compter, avant tout, le mode d'élection majoritaire, qui avait exclu de toute représentation, dans les Etats du Sud, les unionistes qui y formaient des minorités considérables, mais réduites au silence et à l'impuissance. Le système majoritaire avait mis ces Etats sous la domination sans frein et sans contrôle des esclavagistes, en empêchant les unionistes du Sud de faire entendre leurs voix et de faire valoir leurs raisons, et en les mettant dans l'impossibilité d'opposer une résistance effective à la sécession et à la guerre civile¹.

En Belgique, le scrutin de liste majoritaire, appliqué aux élections législatives, a donné des résultats dont l'incohérence n'a pas peu contribué à attirer l'attention générale sur la nécessité impérieuse d'une réforme électorale et à faire triompher

TABLEAU I. — Résultats du scrutin de liste majoritaire en Belgique (élections législatives).

DATE des élections	CLÉRICAUX		LIBÉRAUX		MAJORITÉ (PAR DIFFÉRENCE)	
	Voix obtenues	Sièges	Voix obtenues	Sièges	en faveur des rotants du	en faveur des représentants du
1876 . .	23.189	42	20.723	21	Parti clérical : 2.466 voix = 6 %	Parti clérical : 21 sièges = 33 %
1878 . .	17.730	18	22.104	48	— libéral : 4.374 — = 11	— libéral : 30 — = 45
1880 . .	20.979	40	22.222	26	— libéral : 1.243 — = 3	— clérical : 14 — = 21
1882 . .	21.673	49	22.463	50	— libéral : 790 — = 2	— libéral : 31 — = 45
1884 . .	27.930	50	22.117	2	— clérical : 5.813 — = 12	— clérical : 48 — = 92
1886 . .	17.047	17	17.997	28	— libéral : 950 — = 3	— libéral : 11 — = 24
1888 . .	25.512	44	22.561	2	— clérical : 2.951 — = 6	— clérical : 42 — = 93
1890 . .	21.505	29	20.825	50	— clérical : 680 — = 2	— libéral : 11 — = 16

le principe de la représentation proportionnelle. J'ai établi, d'après les résultats des élections partielles² qui se sont succédé de 1876 à 1890, le tableau I ci-dessus.

Les chiffres de ce tableau, et, en particulier, ceux des années 1880, 1882, 1884, 1888 et 1890, me dispensent d'insister longuement pour montrer à quel point le mode d'élection majoritaire a faussé le régime représentatif en Belgique. Les élections de 1876, 1878, 1882, 1884, 1886 et 1888. ont exagéré, dans des proportions presque toujours choquantes, la représentation du parti en majorité. Celles de 1880 et 1890 n'ont donné — chose particulièrement grave — que la minorité des sièges au parti qui avait obtenu la majorité des suffrages.

Dans un discours prononcé au Parlement anglais (mars 1884), sir John Lubbock a fait ressortir qu'en 1874, aux élections générales qui ont déterminé la

¹ Cf. C. R. BUCKALEW : « Report of the select Committee of the United States Senate on Representation Reform » Senate document, 40th Congress, 3d session, N° 271, March 2, 1869. Cf. également SIR JOHN LUBBOCK : Proportional Representation, dans *The Nineteenth Century*, 1881, tome 13, p. 767.

² La Chambre belge se renouvelle par moitié tous les deux ans.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 1905.

chute du ministère Gladstone, les conservateurs, qui réunirent 1.222.000 votes contre 1.436.000 donnés aux libéraux et aux *home rulers*, obtinrent 536 sièges; tandis que leurs adversaires, avec une majorité de plus de 200.000 voix dans le corps électoral, n'obtenaient que 296 députés, ce qui permit aux représentants de la minorité du corps électoral de gouverner pendant six ans au nom du pays tout entier.

Peut-on raisonnablement espérer que pareille chose ne pourra jamais se produire en France si nous gardons notre mode d'élection majoritaire? Ce serait folie de le croire. Sans doute, si l'on ne considère qu'une seule législature, il y a peu de chances, étant donné le grand nombre des circonscriptions, pour qu'un parti en minorité dans le corps électoral obtienne la majorité des représentants. Mais si, au contraire, c'est une série plus ou moins longue d'élections générales que l'on considère, il y a bien des chances pour que la chose puisse se produire une ou plusieurs fois.

Et c'est d'autant plus probable que le système représentatif majoritaire ne permet même pas de représenter la moitié du corps électoral. Les 591 députés élus par le suffrage « universel » en 1902 ne représentent en moyenne que 47 % du nombre total des électeurs inscrits. La proportion est à peu près la même pour les élections générales des législatures précédentes : 49 % aux élections de 1877, 45 % en 1881, 43 % en 1885, 44 % en 1889, 43 % en 1893 et 45 % en 1898. Les votes représentatifs émis au Parlement par les 591 candidats élus ont tous exactement la même valeur. Leur efficacité est identique. Et cependant, parmi les élus des 591 circonscriptions, il en est qui ont obtenu plus de 20.000 voix, tandis que d'autres, représentant des collèges électoraux scandaleusement minuscules, ont été envoyés au Parlement par 2.000 voix à peine, chose simplement énorme si l'on songe que, dans plusieurs circonscriptions électorales, le candidat d'un parti a pu réunir plus de 13.000 voix, sans que ce groupement fût représenté par son candidat au Parlement. D'un autre côté, dans bien des circonscriptions, il n'y a qu'une différence de quelques voix entre le parti en majorité et le parti en minorité. Souvent c'est du vote de quelques électeurs indécis que dépend le sort de la bataille électorale. Souvent aussi, c'est une petite minorité du corps électoral, groupement d'opinion ou d'intérêts particuliers, qui, en se prononçant pour le candidat de l'un des partis en lutte ou le candidat du parti adverse, assure l'élection de l'un ou de l'autre et devient l'arbitre souverain de la situation.

Dans ces conditions, les élections deviennent une affaire de chance : le hasard, les manœuvres des partis, les inégalités des circonscriptions et la

manière dont les électeurs des différents partis ou opinions se trouvent répartis et groupés dans ces circonscriptions arbitrairement déterminées, peuvent y jouer un rôle prépondérant. Le parti qui a la majorité dans le pays n'est jamais assuré d'obtenir la majorité des représentants. Chaque période d'élections générales, en raison de l'insécurité créée artificiellement par le système majoritaire, est une véritable crise nationale, qui ébranle les institutions jusque dans leurs fondements. Tout est remis en cause, y compris la forme même de ces institutions. C'est le régime de l'instabilité organisée.

Les élections municipales parisiennes de 1900, qui ont fait entrer à l'Hôtel de Ville une majorité nationaliste élue, grâce à notre système d'élection, par un corps électoral où le parti nationaliste était en minorité, ont été une nouvelle démonstration expérimentale de l'insuffisance de ce régime représentatif et de la dangereuse instabilité qui résulte de son application. Les conseillers élus en 1900 ne représentaient que 43 % du corps électoral parisien. Les 45 élus de la majorité nationaliste avaient obtenu en tout 415.900 voix sur 548.000 électeurs inscrits, ce qui représente 21 % du corps électoral, et les 35 élus républicains un peu plus de 119.100 voix, soit 22 % du corps électoral. Tandis que les 880 électeurs nationalistes du quartier Saint-Germain-l'Auxerrois obtenaient un représentant au Conseil, les 7.563 électeurs républicains de Clignancourt n'en obtenaient aucun, et les 8.482 électeurs nationalistes de ce quartier n'en nommaient qu'un seul, tout comme les 880 électeurs nationalistes de Saint-Germain-l'Auxerrois et les 912 nationalistes du quartier Gaillon¹.

On s'étonna d'un pareil résultat. On fut surpris de voir les candidats du parti nationaliste, qui n'avait obtenu que la minorité des voix² dans l'ensemble du corps électoral parisien, remporter la majorité des sièges de représentants. Ce dont il faudrait plutôt s'étonner peut-être, c'est qu'un système d'élections aussi défectueux, qui fausse le régime représentatif dans son essence, ne donne pas plus fréquemment encore des résultats aussi absurdes.

II. — LA REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE.

Il est donc devenu évident que, pour la formation des assemblées représentatives, le système

¹ Aux élections municipales de mai 1904, les 896 électeurs nationalistes du quartier Gaillon ont obtenu un représentant; les 7.448 nationalistes de Clignancourt n'en ont obtenu aucun, et les 10.822 électeurs républicains du même quartier n'en ont obtenu qu'un seul.

² D'après un journal nationaliste (*la Croix*), qui rangeait, il est vrai, dans ce parti certains candidats douteux, le total des voix nationalistes montait à 184.616 (premier tour de

rudimentaire des élections à la majorité des suffrages ne peut pas donner des résultats satisfaisants, parce qu'il ne permet pas de réaliser un régime vraiment représentatif. La question ne se borne pas, comme l'avaient cru Borda et Condorcet, au choix du plus digne. Le problème est, en réalité, plus complexe.

Il s'agit, d'abord et avant tout, de donner aux électeurs, quel que soit leur parti et quelle que soit leur circonscription, la possibilité d'envoyer à l'assemblée représentative des candidats qui puissent vraiment être les représentants de leurs idées et de leurs revendications politiques, économiques et sociales. Et il est nécessaire de donner à chacun des partis et groupements d'opinions qui se partagent les suffrages des électeurs un nombre total de suffrages représentatifs proportionné — *exactement ou à moins d'une unité près* — au nombre total de suffrages d'électeurs qu'il a obtenus. C'est là l'objet de la *représentation proportionnelle*, mode d'élection des assemblées représentatives fondé sur le principe d'une justice électorale égale pour tous les électeurs et pour tous les partis. La représentation proportionnelle a pour but de constituer un régime vraiment représentatif, en assurant le même nombre de suffrages représentatifs aux partis, aux groupements d'opinion qui, dans l'ensemble des circonscriptions, ont obtenu le même nombre total de suffrages électoraux, et la majorité, dans l'Assemblée des représentants, au parti ou au groupement de partis qui a obtenu la majorité des suffrages émis par le corps électoral¹.

Ensuite, il s'agit de répartir les suffrages représentatifs, les sièges, entre les différents candidats de chaque parti, de chaque groupement d'opinion. Et il est nécessaire de donner aux électeurs de chaque parti la possibilité de choisir, parmi les candidats de leur opinion, ceux qui ont réellement les préférences d'un nombre considérable d'électeurs du parti et qui sont véritablement investis de leur confiance — et non pas seulement de celle de quelques électeurs mus peut-être par l'intérêt particulier ou d'une petite coterie remuante. — Ainsi les électeurs auront toujours et partout la liberté de pouvoir envoyer à l'Assemblée les représentants les plus capables, les plus éclairés et les plus dignes,

les hommes les plus éminents, les plus dévoués et les meilleurs de chaque parti.

Il y a donc deux questions à résoudre : 1° Répartition des suffrages représentatifs entre les différents partis et groupements d'opinion ; 2° répartition des sièges attribués à chaque parti entre les différents candidats du groupement.

Dans la présente étude, nous ne nous occuperons que de la première de ces questions, celle de la *représentation proportionnelle*¹.

Je me propose d'examiner les solutions données jusqu'à présent au problème, celles, du moins, qui sont entrées dans le domaine des faits, et de déterminer les conditions que doit remplir un système de représentation vraiment proportionnelle.

Ce fut en 1833 qu'un mathématicien danois, Andraë, qui occupait alors les fonctions de ministre des finances², réussit à faire adopter par le Gouvernement et à faire introduire dans la loi électorale du Danemark des dispositions qui constituent la première application du principe de la représentation proportionnelle.

Dans le système conçu par Andraë, chaque bulletin d'électeur ne peut être compté qu'à un seul des candidats en présence, quel que soit le nombre des représentants à élire dans la circonscription (et quelle que soit la diversité des revendications sociales et économiques dont les électeurs pourraient avoir à cœur d'envoyer au Parlement les champions). Mais l'électeur qui veut que sa voix ait de toute façon des chances d'entrer en ligne de compte peut faire figurer sur son bulletin de vote une liste de plusieurs noms, en indiquant en tête celui des candidats qu'il désire voir élire avant tous les autres, et ensuite, par ordre de préférence, ceux auxquels il désire reporter éventuellement son suffrage dans le cas où il ne pourrait être compté utilement au candidat porté en tête du bulletin.

Pour chacun des collèges électoraux, le quotient

¹ Je laisserai d'ailleurs de côté, quel que soit leur intérêt historique, les procédés empiriques et rudimentaires et les expédients qui ont été imaginés dans le but d'assurer simplement, dans une mesure plus ou moins grande, mais arbitraire, la représentation des minorités, et je ne m'occuperai que des systèmes destinés à réaliser la représentation proportionnelle. Et, parmi les innombrables systèmes de représentation plus ou moins proportionnelle, je n'examinerai que ceux qui ont reçu une consécration législative, c'est-à-dire ceux qui ont été et qui, sauf exception, sont encore appliqués.

² Comme Considérant. Andraë avait commencé sa carrière en qualité d'officier du génie. Envoyé en mission scientifique, il avait séjourné une année en France, à l'époque même où Considérant faisait campagne à Paris en faveur de la réforme électorale. En 1813, Andraë fut nommé professeur d'Analyse mathématique et de Mécanique à l'École militaire, et en 1833 membre de l'Académie des Sciences de Copenhague. Il était entré dans la vie politique en 1818.

scrutin). Il y avait, d'après mes calculs, sur 548.091 électeurs inscrits, 410.034 votants. $410.034 : 2 = 205.017 > 184.616$. Les 184.616 voix nationalistes ne constituaient donc qu'une minorité.

⁴ Avant d'entreprendre de le résoudre, il était nécessaire de bien définir le problème et de montrer d'une manière suffisamment précise le but à atteindre. C'est ce dont on paraît s'être soucié le moins dans les innombrables écrits qui ont été consacrés à ces questions.

Faute d'une bonne définition, une infinité d'erreurs ont été commises par les adversaires les plus acharnés, et par les partisans les plus convaincus de la réforme électorale.

obtenu en divisant le nombre des bulletins de vote par le nombre des représentants à élire constitue un mètre électoral qui détermine l'élection de tout candidat qui l'a atteint. Au dépouillement des votes, dès qu'il y a au compte d'un candidat un nombre de suffrages égal à ce *quotient électoral*, il est proclamé élu. Les bulletins que l'on tire ensuite de l'urne, s'ils portent en tête le nom de ce candidat, sont attribués au candidat non encore élu dont le nom suit immédiatement.

Le dépouillement effectué, s'il reste des sièges à répartir, ils sont attribués aux candidats qui, après les élus, ont réuni le plus de voix, à condition qu'ils aient obtenu un nombre de suffrages égal au moins à la moitié du quotient électoral. Toutefois, si par ce moyen l'élection n'est pas encore complète, il est fait un nouveau dépouillement de tous les bulletins, en prenant autant de noms inscrits en tête de liste qu'il reste de sièges à remplir. L'élection a lieu à la majorité simple des voix ainsi comptées.

Ainsi donc, les derniers sièges, les *sièges complémentaires*, sont attribués à la majorité simple et non plus aux candidats qui ont atteint le quotient électoral. Il est possible, dans ces conditions, que les électeurs d'un parti qui ont réparti leurs suffrages sur un trop grand nombre de candidats n'obtiennent aucun représentant, ou un nombre de représentants inférieur à celui obtenu par un parti ayant des adhérents en nombre égal ou inférieur.

C'est là l'inconvénient essentiel du système : il ne permet pas de réaliser la représentation proportionnelle. En outre, les opérations du dépouillement, tout en étant d'une extrême simplicité, ont l'inconvénient d'être excessivement longues, dès que le nombre des votes à dépouiller devient considérable : elles ne se prêtent guère, en effet, à une grande division du travail, le dépouillement de tous les votes de la circonscription devant se faire dans un bureau central. (De plus, l'élection de tel ou tel candidat peut dépendre des hasards du dépouillement, de l'ordre dans lequel les bulletins sont tirés de l'urne.) Mais le premier de ces inconvénients, celui qui résulte du mode d'attribution des sièges complémentaires, suffirait à lui seul à faire écarter le système Andraë et les systèmes analoges, tels que celui de Thomas Hare¹, malgré les

avantages infiniment grands qu'ils présentent, sous certains rapports, sur le système majoritaire, et malgré les adhésions enthousiastes et la propagande chaleureuse dont ils ont été l'objet de la part d'esprits tels que Stuart Mill, Lord Avebury, etc.

Le nombre des partisans de ces systèmes tend d'ailleurs à diminuer depuis un certain nombre d'années. Beaucoup de proportionnalistes américains les ont abandonnés pour adopter le principe de la *concurrence des listes*².

Ce principe, sur lequel sont basés toutes les lois de représentation (plus ou moins) proportionnelle en vigueur en Suisse, en Belgique, dans la République Argentine, etc., consiste à déterminer les « chiffres électoraux » des listes en présence, autrement dit les nombres respectifs de suffrages obtenus par les différents partis ou groupements d'opinion, pour faire, en raison de ces chiffres électoraux, la répartition des sièges entre les différents partis qui ont présenté des listes de candidats au corps électoral. C'est ensuite seulement que l'on répartit les sièges obtenus par le parti entre les différents candidats portés sur la même liste qui se sont partagé les suffrages des électeurs.

Ainsi donc, les candidats d'un même parti ont la faculté de mettre en commun les suffrages reçus en nombre inférieur au mètre électoral, ou en excédent en sus de ce nombre, suffrages qu'ils ne pourraient utiliser individuellement, parce qu'ils ne donnent pas droit à un siège.

Mais, même en procédant ainsi, il subsistera encore, en général, pour chaque parti, sinon pour chaque candidat, et dans chacune des circonscriptions, un excédent de suffrages non utilisé, pour la simple raison que le nombre total des suffrages réunis par les candidats d'une liste n'est pas, en général, un multiple exact du mètre électoral. Si l'on suppose — sur cette hypothèse³ — sont basés tous les systèmes de représentation proportionnelle appliqués jusqu'à ce jour — que le nombre des sièges à répartir dans chaque circonscription doit être *exactement* fixé d'avance³, il restera donc, en général, dans chaque circonscription, un ou plu-

¹ On appelle *liste* l'ensemble des candidats qui représentent le programme et les tendances d'un parti, d'un groupement électoral, dans une circonscription déterminée. Le nombre des candidats d'une liste peut être quelconque. On peut concevoir des listes comportant un nombre de candidats supérieur à celui des représentants à élire, le soin de choisir entre eux étant laissé aux électeurs. Mais, en fait, le nombre des candidats présentés par un parti sera presque toujours inférieur au nombre total des représentants à élire. La « liste » d'un groupement électoral peut même se réduire à un *seul* nom de candidat.

² Soit en raison de la population totale des circonscriptions, soit en raison de la population nationale (électeurs et non-électeurs), abstraction faite des étrangers, ou bien en se basant sur le nombre des électeurs inscrits...

¹ L'ouvrage de Hare, intitulé *The election of representatives*, eut un immense retentissement dans les pays de langue anglaise.

Le système préconisé par Th. Hare est appliqué, depuis une vingtaine d'années, à Costa Rica et en Tasmanie. Dans différentes associations, il fonctionne avec succès, par exemple dans le *Mechanic's Institute* de San Francisco (un millier d'électeurs), et dans une importante association suisse, le *Grutliverein* (plus de 3.000 électeurs).

sieurs sièges non répartis correspondants aux excédents des différentes listes, et il sera nécessaire de procéder à une répartition nouvelle pour l'attribution des sièges complémentaires non encore répartis.

Les différents systèmes qui ont été mis en avant pour réaliser la représentation proportionnelle ne diffèrent qu'en ce qui concerne la répartition des sièges complémentaires. Et cela suffit cependant pour que les résultats soient très différents, même si l'on borne la comparaison aux systèmes seuls qui ont été ou qui sont encore appliqués. On peut s'en rendre compte aisément en parcourant le

de Gand, consiste à attribuer les sièges complémentaires aux listes de la circonscription qui présentent les plus forts excédents. C'est ce système qui est couramment désigné sous le nom de système suisse — bien que d'autres systèmes faisant des concessions plus ou moins grandes au préjugé majoritaire et donnant des résultats plus ou moins disproportionnels aient été appliqués dans quelques cantons de la Suisse. — Il est souvent appelé aussi système des plus grands restes (ou excédents), ou des fractions forcées, ou encore système Massau¹. Il est appliqué depuis 1876 dans la République Argentine (province de Buenos-Ayres). C'est, depuis

TABLEAU II. — Résultats donnés par les huit systèmes de répartition.

RÉPARTITION DES SUFFRAGES entre les différents partis	RÉPARTITION DES SIÈGES							
	Système Massau	Système Struye	*Système Mirman	Système du c. de Zug	Système d'Hondt	Systèmes dérivant du procédé Hagenbach-Bischoff		
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<i>Premier exemple :</i>								
Liste A : 25.000 suffrages.	2	6	3	2	3	3	5	3
— B : 24.000 —	2	2	3	2	3	2	2	3
— C : 19.000 —	2	1	2	2	2	2	2	3
— D : 10.000 —	1	1	2	1	1	1	1	1
— E : 9.000 —	1	0	0	1	1	1	0	0
— F : 7.000 —	1	0	0	1	0	1	0	0
— G : 6.000 —	1	0	0	1	0	0	0	0
100.000 suffrages.	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Deuxième exemple :</i>								
Liste A : 57.000 suffrages.	6	8	6	7	8	6	8	7
— B : 13.000 —	1	1	2	1	1	1	1	2
— C : 12.000 —	1	1	2	1	1	1	1	1
— D : 7.000 —	1	0	0	1	0	1	0	0
— E : 6.000 —	1	0	0	0	0	1	0	0
— F : 5.000 —	0	0	0	0	0	0	0	0
100.000 suffrages.	10	10	10	10	10	10	10	10

tableau synoptique que j'ai établi (Tableau II) pour rendre sensibles, par deux exemples différents, les divergences que présentent les résultats donnés par les huit systèmes que nous allons examiner. Ils supposent l'un et l'autre un collège électoral de 100.000 électeurs ayant 10 représentants à élire (1 représentant pour 10.000 électeurs). Dans le premier exemple, les sept listes en présence, A, B, C, D, E, F, G, ont respectivement obtenu 25.000, 24.000, 19.000, 10.000, 9.000, 7.000 et 6.000 suffrages ; dans le second cas six listes A, B, C, D, E, F ont réuni respectivement 57.000, 13.000, 12.000, 7.000, 6.000 et 5.000 voix.

§ 1. — Système des plus grands restes.

Ce système, qui fut préconisé en Suisse par l'Association réformatrice de Genève, et en Belgique par M. Massau, professeur de Mécanique à l'Université

1892, le système électoral du canton de Genève. Il est également appliqué dans les cantons de Fribourg et du Tessin (élections municipales), en Serbie (constitution du 22 décembre 1888), etc. En France, M. l'abbé Lemire, député, a déposé, en 1896, une proposition de loi ayant pour objet l'application du système genevois aux élections législatives.

En appliquant ce système, chacune des listes en présence reçoit soit le nombre entier de sièges approchant à moins d'une unité par défaut du nombre (fractionnaire) exactement proportionnel, soit le nombre (entier) de sièges immédiatement supérieur.

Cette méthode est d'une grande simplicité. Mais elle présente certains inconvénients qui ont fait

¹ Et parfois aussi système du quotient, désignation qui pourrait convenir également à d'autres systèmes, et qui, par conséquent, ne peut guère servir à l'en distinguer.

l'objet de critiques plus ou moins sérieuses. Je vais les exposer brièvement :

1° Ce système conduit à attribuer des sièges (complémentaires) à des partis qui n'ont pas atteint le quotient électoral dans la circonscription, et qui, par conséquent, n'ont pas droit à un siège.

« Soit à répartir 30 sièges, dit M. Mirman¹, entre deux listes A et B ayant obtenu : A, 2.949 voix et B, 51 voix seulement. Les quotients seront 29,49 et 0,51; 29 sièges sont attribués tout d'abord au parti A; et avec ce système des fractions forcées, parce que la fraction 0,51 est plus grande que la fraction 0,49, on donnerait le dernier siège à la liste B! Elle n'y a certainement pas droit; car si 51 voix suffisent pour obtenir un siège, le parti A pourrait en réclamer près de 60 (puisque 2.949 contient près de 60 fois le nombre 51). »

On pourrait répondre à M. Mirman que, si le parti B n'a pas droit à ce trentième siège, parce que 51 voix ne représentent que 51 centièmes du mètre électoral qui donne droit à un siège, le parti A, auquel M. Mirman l'attribue, ne peut y avoir droit à plus forte raison, car les 49 voix en excédent ne représentent que les 49 centièmes du mètre électoral.

L'objection serait assurément très fondée si l'on admettait qu'*aucun excédent inférieur au quotient électoral ne peut donner droit à un siège*, quel que soit le parti, fort ou faible, qui l'a obtenu. Il suffirait de laisser inoccupés les sièges correspondant aux excédents des différents partis, pour réaliser un système répondant à cette condition. Mais, chose curieuse, aucun des innombrables systèmes de représentation proportionnelle proposés ne comporte cette solution; personne, je crois, n'a jamais préconisé une pareille méthode, qui, malgré de graves inconvénients, serait, en somme, incomparablement plus proportionnelle et moins compliquée que la plupart des systèmes plus ou moins absurdes qui ont été proposés.

2° Le système des plus grands restes peut favoriser outre mesure un parti qui présente deux ou plusieurs listes dans une même circonscription, pourvu que les excédents que présentent les listes du parti soient parmi ceux auxquels le système attribue un siège complémentaire. Cet inconvénient est une conséquence immédiate du précédent. Nous verrons, dans le cours de cette étude, dans quelle mesure l'objection est fondée.

3° Dans un collège électoral ayant à nommer un nombre de représentants impair $2n+1$, à raison d'un représentant pour m suffrages, il peut fort

bien arriver qu'un parti ayant obtenu un nombre de suffrages compris entre $(n + \frac{1}{2})m$ et $(n+1)m$, c'est-à-dire la majorité absolue, n'obtienne que n sièges, c'est-à-dire la minorité des sièges de la circonscription, si l'excédent n'est pas de ceux qui prennent part à la répartition des sièges complémentaires.

Ceci est une conséquence forcée de ce fait que le système ne peut donner exactement à chacun des partis le nombre fractionnaire des sièges qui, proportionnellement, lui revient dans la circonscription, mais seulement un nombre entier de sièges se rapprochant à moins d'une unité près du nombre mathématiquement proportionnel.

Nous verrons dans cette étude comment, pour remédier à cet inconvénient, on a substitué au système des plus grands restes des méthodes de calcul qui ne donnent même pas aux partis à moins d'une unité près le nombre de sièges qui leur revient proportionnellement dans chaque circonscription.

§ 2. — Système Struye.

Ce système, qui n'a été appliqué que transitoirement dans les cantons suisses du Tessin et de Neuchâtel, où il a donné de détestables résultats; consiste à attribuer *tous* les sièges complémentaires à la liste qui a obtenu le plus grand nombre de suffrages. Système cent fois pire et plus dangereux que le système majoritaire, car il conduit bien souvent à donner la majorité des sièges à la minorité la plus fortement concentrée. L'application projetée de ce système monstrueux faillit déchaîner en Belgique une révolution, qui ne fut conjurée que par le retrait du projet de loi et la démission du ministre clérical Vandennepeereboom (1899).

§ 3. — Système Mirman.

M. Mirman, professeur agrégé de Mathématiques et député de la Marne, a proposé¹ d'attribuer les sièges complémentaires non pas aux listes ayant obtenu les plus forts excédents non utilisés, mais aux plus fortes listes de la circonscription : en sorte qu'une liste qui a obtenu la majorité (absolue ou relative) obtient en tout cas le premier des sièges complémentaires à répartir, quand bien même elle n'aurait aucun excédent non représenté.

Ce système, de même que le système suisse, attribue à chacune des listes en présence soit le nombre (entier) de sièges approchant à moins d'une unité près par défaut le nombre (fractionnaire) exactement proportionnel, soit le nombre entier de sièges immédiatement supérieur.

¹ Chambre, Doc. parl., session extraordinaire. Séance du 18 décembre 1899. Annexe n° 1292. Proposition de loi tendant à assurer la représentation proportionnelle dans les conseils municipaux.

¹ Chambre, Doc. parl., Annexe n° 1292. Séance du 18 décembre 1899. Proposition de loi tendant à assurer la représentation proportionnelle dans les conseils municipaux.

M. Mirman, qui est un mathématicien distingué, a donné, en annexe à son Rapport, une assez longue démonstration algébrique pour établir qu'en appliquant son système, chacune des listes reçoit, à une unité près, le même nombre de sièges que si l'on appliquait le système des plus grands restes. Ce développement algébrique était assurément superflu, car il est évident *a priori* que deux systèmes qui attribuent l'un et l'autre à chaque liste soit le nombre entier de sièges égal, à moins d'une unité près par défaut, au nombre fractionnaire exactement proportionnel, soit ce nombre entier de sièges augmenté d'une unité, ne peuvent différer dans leurs résultats que d'une unité.

De sa démonstration, M. Mirman tire cette conclusion que les électeurs des partis lésés par l'application de son système auraient la consolation de se dire que l'application du système majoritaire aurait pu donner des résultats pires. Cette conclusion ne me semble pas très fondée, et je crois bien que les électeurs ne raisonneront pas ainsi. Si, dans une élection de trois représentants, les électeurs se partagent entre les listes de trois partis A, B, C dont l'une recueille 1.001 suffrages, la deuxième 1.000 et la troisième 999, les électeurs de ce dernier parti, en vertu du système Mirman, n'obtiendront aucun représentant avec 999 suffrages, alors que le premier parti obtiendra — outre le siège auquel il a droit parce qu'il a atteint une fois le quotient électoral de 1.000 suffrages — le siège complémentaire à raison d'un suffrage unique en excédent. Le système majoritaire (qui comporte, en pareil cas, un *deuxième tour* de scrutin) n'aurait pu donner de résultat pire pour le parti C. Au contraire, si les partis B et C ont des tendances communes, il y a bien des chances pour qu'une concentration se produise au second tour, assurant l'élection de l'un des candidats du parti C.

Remarquons, en passant, que, dans cet exemple, le système Mirman aboutit à donner la majorité des sièges (2 sur 3) à un parti qui n'a recueilli que la minorité des suffrages (1.001 sur 3.000), chose que le système avait précisément pour but d'éviter.

Le système préconisé par M. Mirman a été introduit dans la législation du canton de Neuchâtel par la loi électorale du 22 novembre 1894, remplaçant la loi transitoire du 28 octobre 1891, qui appliquait le système Struye. Les élections faites en vertu de la loi de 1894 ont donné plus d'une fois des résultats absolument disproportionnels. Voici ceux de la circonscription de Val-de-Travers, lors des élections au Grand-Conseil de 1895 :

1.010 votes émis, 3 sièges à répartir. Quotient électoral :
 $1.010 : 3 = 336,6\dots$

Liste libérale : 677 suffrages = $2 \times 336,6\dots + 3,8$
 Liste radicale : 333 suffrages = $0 \times 336,6\dots + 333$

En vertu du système Mirman, la liste libérale obtint également le troisième siège, et les électeurs radicaux n'eurent aucun représentant. C'est exactement le résultat qu'aurait donné le système majoritaire : les choses se passèrent tout comme si les électeurs radicaux avaient donné leurs voix à la liste opposée.

Le système Mirman, bien qu'il ne soit pas un des plus mauvais, doit cependant être considéré comme inadmissible.

§ 4. — Système zugois.

Un système très particulier a été introduit dans la législation électorale du canton de Zug (loi du 1^{er} septembre 1894) afin d'assurer dans tous les cas la majorité absolue des sièges au parti dont la liste a réuni la majorité absolue des suffrages de la circonscription. En vertu de cette loi électorale, quand l'une des listes a réuni la majorité absolue des suffrages, le premier des sièges complémentaires est attribué à cette liste (tout comme si l'on se proposait d'appliquer le système Struye ou le système Mirman); s'il y a d'autres sièges complémentaires à répartir, ils sont attribués successivement aux plus forts excédents, en sorte qu'une liste qui a obtenu la majorité absolue des suffrages reçoit généralement un siège complémentaire et souvent même deux de ces sièges, même dans le cas où elle n'aurait aucun excédent de suffrages non représentés. Quand aucune des listes n'a obtenu la majorité absolue, le système électoral de Zug se confond avec celui des élections genevoises.

Le mode d'attribution des sièges complémentaires introduit dans la législation du canton de Zug par la loi du 1^{er} septembre 1894 donna, dès la première application de cette loi, le 18 novembre 1894, des résultats qui produisirent une tempête d'indignation parmi les électeurs de la minorité libérale et ouvrière⁴.

§ 5. — Système d'Hondt.

Ce système, adopté à l'unanimité, sur la proposition de MM. Hagenbach-Bischoff, professeur de Physique à l'Université de Bâle, et Maurice Vernes,

⁴ Deux partis de force presque égale étaient en présence et se partagèrent les suffrages émis, au nombre de 26.881. Il s'agissait d'élire 7 représentants, ce qui donne 1 représentant à raison de 26.881 : 7 = 3.840 suffrages.

La liste conservatrice réunit 15.482 suffr. = $4 \times 3.840 + 122$
 La liste libérale — 11.399 suffr. = $2 \times 3.840 + 3.719$
 26.881 suffr. = $6 \times 3.840 + 3.841$

Le siège complémentaire fut attribué, en raison des règles du système, à la liste conservatrice, en sorte que cette liste obtint 5 sièges sur 7, alors que la liste libérale, avec 11.399 suffrages sur 26.881, n'obtint que 2 sièges sur 7.

Remarquons que le système Struye et le système Mirman auraient donné, pour cette élection, des résultats identiques.

par le Congrès proportionnaliste d'Anvers (août 1885), a passé jusqu'à présent pour avoir été imaginé par M. d'Hondt, professeur de Droit civil à l'Université de Gand, qui l'exposa dans deux brochures parues en 1882 et 1885, et qui le propagea et le défendit pendant de nombreuses années contre les attaques des adversaires de la réforme électorale, et aussi contre les critiques dont ce système fut l'objet de la part de proportionnalistes convaincus et de mathématiciens tels que M. Massau, professeur de Mécanique à l'Université de Gand.

Je me suis aperçu récemment, dans le cours d'une recherche documentaire, que la véritable paternité du système devait être attribuée non pas à M. d'Hondt, mais à François F. Cantagrel¹. Dès l'année 1874, Cantagrel proposa, dans une brochure², la méthode de répartition des sièges communément attribuée au professeur de l'Université de Gand, et, vers la fin de sa vie, devenu député de la Seine, il en fit l'objet d'une proposition de loi déposée en novembre 1880³. Je continuerai, cependant, pour ne pas trop bouleverser les habitudes d'un grand nombre de proportionnalistes de l'Ancien et du Nouveau Monde, à désigner, comme on le fait communément, par le nom de M. d'Hondt, le système de répartition des sièges indiqué dès 1874 et proposé de nouveau en 1880 par Cantagrel.

Le système d'Hondt fut introduit dans le code électoral belge par la loi du 30 décembre 1899⁴. Il est préconisé en France par la *Ligue pour la*

¹ Un des premiers apôtres de la représentation proportionnelle. Il avait fait campagne pour la réforme électorale aux côtés de V. Considérant sous la monarchie de Juillet. Pendant son exil, sous l'Empire, il fut l'initiateur du mouvement réformiste à Neuchâtel.

² *De l'élection véridique. Le vote au Bulletin de ralliement* par F. Cantagrel. Paris (31 mars 1874).

³ *Proposition de loi concernant les dispositions à introduire dans la loi électorale pour que la Chambre des députés soit la représentation exactement proportionnelle des opinions du corps électoral.*

Chose surprenante, la proposition de Cantagrel a été bien des fois mentionnée dans les écrits innombrables traitant de la réforme électorale (et parfois même reproduite, entièrement ou en partie, dans les volumineuses compilations consacrées à la représentation proportionnelle). Et personne n'a paru soupçonner que le système de répartition proposé par Cantagrel était tout simplement celui dont l'invention première est invariablement attribuée à M. d'Hondt.

A vrai dire, Cantagrel appelle *moyenne électorale théorique* le mètre électoral proportionnel (les proportionnalistes l'appellent d'ordinaire *quotient électoral* ou *chiffre d'élection*), et *moyenne électorale pratique* le mètre électoral diminué qu'il substitue en pratique au mètre électoral proportionnel dans les calculs de répartition. C'est ce dernier nombre que M. d'Hondt et ses adeptes ont appelé *chiffre répartiteur* ou *chiffre diviseur*, ou encore, d'une manière tout à fait impropre, — je ne sais si c'est M. d'Hondt lui-même qui a mis en avant cette absurdité, — le *plus grand commun diviseur*.

⁴ Je ne parle pas de la loi belge du 12 septembre 1895, relative aux élections communales, qui constitue une application très partielle (et encore plus *partiale*) du système d'Hondt.

Représentation proportionnelle. Un projet de loi élaboré par cette Ligue, et déposé sous forme de proposition de loi à la Chambre par MM. L. Mill, Charles Benoist, etc., comporte l'application de ce système.

Le système d'Hondt consiste essentiellement à substituer, dans chaque circonscription, au nombre répartiteur proportionnel, c'est-à-dire au quotient électoral $\frac{s}{n}$ (résultant de la division du nombre s des suffrages de la circonscription par le nombre n des sièges à répartir), un nombre inférieur $t \frac{s}{n}$ tel qu'en répartissant les sièges de la circonscription sur la base de ce quotient diminué, ils se trouvent tous répartis, sans laisser de sièges complémentaires à attribuer aux excédents.

Remarquons que cela revient à effectuer la répartition sur la base du quotient électoral proportionnel, *mais en majorant les nombres respectifs de suffrages réunis par les différentes listes* de la circonscription dans une proportion telle que tous les sièges puissent être répartis entre les listes ainsi majorées, sans aucune attribution de sièges complémentaires aux excédents inférieurs au quotient électoral : il suffit, pour obtenir ce résultat, de substituer, dans le calcul de la répartition, aux nombres respectifs de suffrages véritablement obtenus par les différentes listes, les nombres obtenus en multipliant chacun d'eux par $\frac{1}{f}$. Cela revient

encore à répartir les sièges complémentaires en tenant compte non pas des excédents eux-mêmes, mais de ces excédents *majorés* chacun d'un tant pour cent du nombre des suffrages obtenus par la liste correspondante, 10, 20, 30, 50 ou 100 % par exemple, de telle manière qu'il ne soit plus nécessaire — en apparence — d'attribuer des sièges à des excédents inférieurs au quotient¹.

Il en résulte qu'en appliquant le système d'Hondt les partis les plus forts — ou les plus fortement concentrés — et les grandes coalitions de partis plus ou moins hétérogènes peuvent obtenir dans toutes les circonscriptions — quand bien même ils n'auraient aucun suffrage en excédent et non encore représenté — *un et même plusieurs* des sièges complémentaires correspondant aux votes non émis des électeurs de toute opinion qui n'ont pas voté, et aux suffrages qui ont été donnés en réalité aux partis et groupements électoraux *adverses* les moins nombreux².

¹ Cette remarque pourrait fournir un procédé de calcul assez commode pour l'application du système d'Hondt.

² Ce sont donc, invariablement, les listes ayant groupé le plus de voix qui reçoivent les majorations les plus fortes, quand on applique le système d'Hondt. Sans doute, les

Pour l'application de son système, M. d'Hondt a indiqué une méthode de calcul comportant une suite d'opérations qui devient fort longue lorsque le nombre des sièges à répartir est un peu grand. Elle consiste à diviser successivement par 1, 2, 3, 4, 5, etc., le chiffre électoral de chacune des listes (autrement dit le nombre des suffrages obtenus), et à ranger les quotients dans l'ordre de leur importance décroissante jusqu'à concurrence d'un nombre total de quotients égal à celui des représentants à élire dans la circonscription.

Il est clair que, si l'on prenait comme nombre répartiteur de la circonscription le premier de ces quotients, un seul siège de représentant pourrait être attribué, et ce siège reviendrait à la liste qui a fourni le premier quotient : à la plus forte. En prenant le deuxième quotient comme nombre répartiteur, un deuxième siège pourrait être également réparti, un troisième en prenant le troisième quotient, et ainsi de suite, en attribuant chacun des sièges ainsi répartis à la liste qui a fourni le quotient correspondant. Par suite, dans une circonscription dont les électeurs ont n

représentants à élire, le $n^{\text{ième}}$ quotient — ou tout autre nombre compris entre le $n^{\text{ième}}$ et le $(n + 1)^{\text{ième}}$ quotient⁴ — sera le mètre électoral de la circonscription.

La répartition des sièges entre les listes s'opère en attribuant à chacune d'elles autant de sièges que son « chiffre électoral » comprend de fois cette unité de mesure (sans tenir aucun compte des fractions).

Il est possible, toutefois, qu'il y ait égalité entre le $n^{\text{ième}}$ quotient (et un ou même plusieurs des quotients précédents) d'une part, et un ou même plusieurs des quotients qui suivent le $n^{\text{ième}}$ d'autre part. Dans ce cas, le $n^{\text{ième}}$ quotient, pris comme nombre répartiteur, donnera un nombre de sièges répartis supérieur à celui qui a été fixé pour la circonscription. Une des règles accessoires du système de M. d'Hondt attribue dans ce cas le dernier siège (ou les derniers sièges) à répartir de préférence à la plus forte (ou aux plus fortes) des listes correspondant au $n^{\text{ième}}$ quotient, de manière à ne pas répartir plus de n sièges.

La méthode de calcul indiquée par M. d'Hondt

listes des différents partis ne peuvent, en général, utiliser ces majorations en entier, puisque le quotient proportionnel qui sert de mètre électoral n'est pas contenu, en général, exactement dans les nombres majorés. Le reste de la division, qui constitue un excédent de suffrages non utilisés, doit être déduit du montant total de la majoration, si l'on veut connaître l'importance de l'avantage dont la liste bénéficie réellement.

Lorsque l'excédent à déduire dépasse la majoration reçue — ce qui est très souvent le cas pour les listes qui ont groupé le moins de voix — celle-ci devient, en réalité, négative : elle se change en diminution, en perte de suffrages.

Mais, tandis que la majoration reçue en sus du nombre des suffrages véritablement obtenus est d'autant plus grande, dans une circonscription déterminée, que la liste a groupé plus de suffrages d'électeurs, l'excédent des suffrages non utilisés, qu'il faut déduire, n'est pas plus grand, en moyenne, pour les listes qui ont groupé le plus de suffrages que pour celles qui ne reçoivent que les moindres parts dans la répartition des sièges. Pour toutes les listes, cet excédent peut varier entre 0 et une fois le mètre électoral, et pour toutes (à l'exception de celles qui ne représentent que des groupements électoraux insignifiants, des fractions infimes du mètre électoral), la valeur moyenne de l'excédent égale la moitié de ce nombre.

Le rapport entre le nombre des suffrages utilisés par une liste et le nombre total des suffrages qui lui ont été attribués est donc d'autant plus grand, en moyenne, que le nombre des suffrages reçus est plus grand. Il en est de même pour le rapport entre le nombre des sièges attribués à une liste dans la répartition (en raison des suffrages utilisés) et le nombre des suffrages réellement reçus par la liste, rapport qui exprime la valeur d'un suffrage d'électeur, mesurée en prenant comme unité la valeur du suffrage représentatif. L'efficacité moyenne des suffrages d'une liste est en raison directe de ce rapport.

Il en résulte que c'est aux suffrages obtenus par les listes des groupements électoraux les plus forts (ou les plus fortement concentrés) et par les grandes coalitions de partis que le système d'Hondt accorde, en général, le plus d'efficacité.

Aux élections générales belges de 1900, la liste du parti ministériel (parti catholique) obtint la majorité absolue des

suffrages dont disposaient les électeurs inscrits dans 17 circonscriptions sur 30, dans 18 la majorité absolue des suffrages valablement émis, et dans 25 circonscriptions sur 30 la majorité relative. Dans 15 circonscriptions, les suffrages donnés au parti catholique eurent une efficacité moyenne plus grande que celle des suffrages donnés à tout autre parti; autrement dit, chaque suffrage clérical eut, dans ces 15 circonscriptions, une valeur supérieure à celle des suffrages émis par les électeurs de toutes les autres opinions.

Mais, il importe de remarquer que, même lorsque les suffrages groupés par la liste d'un parti A se trouvent avoir une efficacité inférieure à celle des suffrages d'un groupement numériquement moins important B, il se peut cependant que la liste du parti A soit encore la plus avantagée des deux : car, même dans ce cas, il est possible, et il arrive souvent, en effet, que la majoration dont bénéficie réellement le parti le plus fort soit sensiblement supérieure en valeur absolue à celle dont bénéficie l'autre parti.

C'est donc une grave erreur que de croire, comme le fait dans un livre tout récent M. La Chesnais, que les partis les plus forts sont avantagés par l'application du système d'Hondt *uniquement* lorsque les suffrages reçus ont une efficacité, une valeur supérieures à celles des suffrages donnés à toute autre liste de la circonscription.

Cette manière de voir ne serait juste que s'il n'y avait à considérer que la valeur relative des avantages (autrement dit des erreurs) dont bénéficient les différentes listes. Mais, quand il s'agit de déterminer dans quel sens et dans quelle mesure les erreurs que comporte un système donné déplacent la majorité dans une assemblée de représentants, c'est la valeur absolue des avantages et des pertes des différents partis qui, seule, entre en ligne de compte.

La même erreur s'était également glissée, dans le temps, dans l'esprit si lucide de M. Louis Havet.

⁴ Le $n^{\text{ième}}$ quotient, que la méthode de calcul indiquée par M. d'Hondt a pour objet de faire connaître, n'est, en effet, que le plus grand des nombres qui peuvent servir de mètre électoral pour l'application de ce système. C'est pour cette raison, sans doute, que le système d'Hondt a été appelé souvent système du plus grand commun diviseur, ce qui est simplement absurde, car ces mots ont une tout autre signification dans le langage des Mathématiciens.

(et introduite dans le *Code électoral belge*) peut nécessiter, quand le nombre des représentants à élire dans une circonscription est grand, un nombre vraiment considérable de divisions. Il n'est pas difficile de substituer, pour l'application du système d'Hondt, des procédés plus expéditifs à cette méthode de calcul, qui est d'une absurdité complication. Il est entièrement inutile, en effet, de calculer les quotients supérieurs au quotient proportionnel $\frac{S}{n}$, puisque le $n^{\text{ième}}$ quotient qu'il s'agit de déterminer ne peut être qu'inférieur ou tout au plus égal à $\frac{S}{n}$.

Désignons par A, B, C, D, E, F les groupements et partis en présence, rangés par ordre d'importance décroissante, par a, b, c, d, e, f les nombres décroissants de suffrages que ces groupements ont obtenus et par $n_a, n_b, n_c, n_d, n_e, n_f$ les nombres entiers de sièges respectifs que le quotient proportionnel, pris comme nombre répartiteur, permet d'attribuer à ces groupements, sans tenir compte des fractions. Supposons que cette répartition faite, il reste encore trois sièges complémentaires à attribuer pour que les n sièges de la circonscription soient tous répartis.

Les listes qui ont groupé le plus de suffrages pourront obtenir un ou plusieurs de ces trois sièges complémentaires. Dans le cas présent, la plus forte liste pourra donc en obtenir jusqu'à trois, mais pas davantage évidemment. Quant aux listes qui, prises isolément, ont groupé le moins de suffrages, elles pourront, tout au plus, obtenir un seul des sièges complémentaires. Il suffira donc de comparer les quotients

$$\frac{a}{n_a + 1}, \frac{b}{n_b + 1}, \frac{c}{n_c + 1}, \frac{d}{n_d + 1}, \frac{e}{n_e + 1}, \frac{f}{n_f + 1},$$

$$\frac{a}{n_a + 2}, \frac{b}{n_b + 2}, \frac{a}{n_a + 3}, \dots,$$

qui représentent les nombres répartiteurs correspondant respectivement à l'attribution d'un, de deux ou de trois sièges complémentaires aux listes correspondantes. On attribuera les trois sièges complémentaires aux listes (ou à la liste) donnant les trois quotients les plus forts. (Dans beaucoup de cas, il ne sera pas nécessaire d'effectuer toutes ces divisions. Il est évident que si le quotient de la division de a par $n_a + 2$ n'est point un des trois quotients les plus forts, celui de la division de a par $n_a + 3$ ne le sera point à plus forte raison : cette dernière opération sera donc absolument inutile. On peut également, dans bien des cas, faire la comparaison sans calcul, à simple vue des chiffres.)

Il est possible, assez souvent, d'abrégé les cal-

culs encore davantage, en remarquant que tout nombre compris entre le $n^{\text{ième}}$ et le $(n + 1)^{\text{ième}}$ quotient peut servir de nombre répartiteur pour l'application du système d'Hondt. Par suite, si l'on substitue au quotient proportionnel $\frac{S}{n}$ le nombre

entier qui suit immédiatement le quotient $\frac{S}{n+1}$ (résultant de la *division par le nombre des sièges à répartir plus un* du nombre total des suffrages de la circonscription), on aura un nombre répartiteur qui, tout en étant inférieur au quotient proportionnel, sera supérieur en tout cas, d'une fraction d'unité au moins, au $(n + 1)^{\text{ième}}$ quotient. Si ce nombre répartiteur est compris entre le $n^{\text{ième}}$ et le $(n + 1)^{\text{ième}}$, la répartition des sièges de la circonscription pourra se faire immédiatement d'une manière conforme au système d'Hondt, sans laisser de siège complémentaire à répartir. S'il est compris entre le quotient proportionnel et le $n^{\text{ième}}$ quotient, il y aura encore un ou plusieurs sièges complémentaires à répartir. Dans ce cas, il faudra, comme précédemment, comparer les quotients résultant de la division du chiffre électoral de chaque liste par le nombre de sièges déjà attribués à la liste augmenté d'une, deux, trois... unités, et attribuer les sièges complémentaires à répartir aux quotients les plus forts.

C'est là le procédé préconisé par M. Hagenbach-Bischoff, professeur à l'Université de Bâle. Ce procédé de calcul, qui donne les mêmes résultats que la méthode indiquée par M. d'Hondt tout en nécessitant des calculs sensiblement moins longs, fut adopté, en principe, dans quelques cantons suisses, pour les élections cantonales (Tessin, Soleure) ou municipales (ville de Berne); mais, comme on le trouvait encore trop compliqué, en ce qui concerne la répartition des sièges complémentaires, pour pouvoir être compris et pratiqué, on décida d'attribuer ces sièges :

a) aux plus forts d'entre les restes présentés par les différentes listes après division du chiffre électoral par le nombre entier qui suit immédiatement le quotient $\frac{S}{n+1}$, obtenu en divisant le total des suffrages de la circonscription par le nombre des sièges à répartir augmenté d'une unité (c'est à peu près¹ le procédé introduit dans la loi électorale de la ville de Berne); soit

b) à la liste *seule* qui a obtenu la majorité abso-

¹ Les auteurs de la loi bernoise, n'ayant pas très bien compris le procédé Hagenbach-Bischoff, ont adopté comme nombre répartiteur le quotient $\frac{S}{n+1}$ lui-même, ce qui les a amenés à compliquer inutilement les dispositions de la loi. Dans la loi de Soleure, erreur et complications analogues.

lue ou relative des suffrages dans la circonscription (Soleure); soit

c) aux plus fortes listes de la circonscription, en commençant par la plus forte, c'est-à-dire celle qui a obtenu la majorité absolue ou relative (Tessin).

Il suffit de jeter un coup d'œil sur les tableaux synoptiques donnés plus haut (page 117) pour voir que ces trois systèmes dérivant du procédé Hagenbach sont très divergents et, de plus, que ces résultats, quel que soit celui des trois systèmes que l'on considère, s'écartent *très sensiblement de ceux du système d'Hondt*. Cette dernière constatation suffit pour les condamner, car ces trois systèmes n'ont d'autre but que de donner, par des procédés moins longs et moins compliqués, des résultats suffisamment approchant de ceux du système d'Hondt.

Mais le système d'Hondt lui-même peut-il être considéré comme une solution satisfaisante du problème de la représentation proportionnelle? Est-ce qu'un pareil procédé de répartition ne fausse

pas entièrement le problème à résoudre en favorisant d'une manière excessive les partis les plus forts, auxquels il attribue la plupart des sièges complémentaires correspondant aux suffrages excédants des différents partis forts et faibles et aux votes non émis? Et ne serait-il pas possible de donner une solution plus exacte et plus simple au problème de la représentation proportionnelle des partis?

Les partisans du système d'Hondt se sont appuyés sur plusieurs démonstrations mathématiques, dues notamment à M. Mansion, professeur à l'Université de Gand, et à M. Hagenbach-Bischoff, professeur à l'Université de Bâle, pour affirmer la supériorité du système qu'ils préconisent, et pour lui attribuer des avantages qui doivent faire adopter ce système de préférence à tous les autres.

Ce sont ces démonstrations qu'il importe d'examiner; nous le ferons dans un deuxième article.

Alfred Meyer.

RADIOTHÉRAPIE ET CANCER

Médecine et Chirurgie tendent de plus en plus à devenir l'art d'appliquer les découvertes scientifiques au diagnostic et au traitement des maladies humaines. Il n'est guère de progrès, dans les Sciences chimiques ou physiques, qui n'ait son retentissement en Médecine. La découverte de Röntgen, celle, plus récente, du radium, ont été utilisées dès leur début et ont conquis d'emblée en clinique et en thérapeutique une place importante.

Les tumeurs malignes, épithéliomas, carcinomes, sarcomes, tous ces processus néoplasiques qu'on range sous le nom un peu vague de cancer, avaient jusqu'ici échappé à toute thérapeutique; leur récurrence plus ou moins lointaine après l'intervention chirurgicale était la règle immuable. Aujourd'hui, tout au moins pour les épithéliomas superficiels, on peut avoir l'espoir légitime d'obtenir des guérisons, et c'est là une des plus importantes applications de la découverte féconde de Röntgen.

I. — HISTORIQUE.

La radiothérapie dans le cancer a tout d'abord été appliquée d'une façon empirique, un peu à l'aveugle, *faute de mieux*, dans les cancers profonds; d'une façon raisonnée, en tenant compte de l'action des rayons X sur les téguments, pour les cancers superficiels.

Despeignes, de Lyon, paraît avoir été le premier

à traiter le cancer par la radiothérapie; il publia en 1896 l'observation d'un malade atteint d'un cancer à l'estomac qui fut amélioré un certain temps par le traitement radiothérapique; ce malade succomba néanmoins à son affection. En France, cette tentative resta isolée.

A la même époque, beaucoup d'expérimentateurs ayant constaté des modifications de la peau, chute des poils, rougeur, irritation, sous l'influence des rayons X, eurent l'idée de faire servir ces radiations nouvelles au traitement des maladies cutanées; pensant que cette méthode donnerait des résultats favorables pour obtenir l'épilation, ils l'appliquèrent à l'hypertrichose, aux teignes et aux affections parasitaires du cuir chevelu. On passa de là au traitement du lupus et des épithéliomas. Bientôt, en Amérique et en divers pays d'Europe, le traitement des cancers cutanés par les rayons X prit une large extension.

Le traitement radiothérapique de l'*épithélioma de la face* donna le plus souvent des guérisons complètes.

En 1900, Stenbeck publie 2 observations de cancéroïdes guéris par les rayons X. John Lee, Sequeira, Merrill, Gibson, Coley, Williams, Taylor, Fergusson voient se cicatriser la plupart des cas d'épithélioma de la face qu'ils ont à traiter et obtiennent des résultats encourageants dans certaines autres tumeurs malignes. Bowen, sur 53 épithéliomas

traités au Massachussetts general Hospital de Boston, a vu 29 guérisons et 9 améliorations.

En France, un des premiers malades chez lequel on vit s'effectuer une cicatrisation complète fut présenté avec les photographies à l'appui à la Société médicale des Hôpitaux de Paris. Cet homme était porteur d'un ulcus rodens (à l'examen histologique, épithélioma tubulé), qui avait détruit une partie de la joue et de l'aile gauche du nez; il guérit avec une cicatrice à peine visible sur la joue et une perte de substance relativement minime de l'aile du nez (Haret et Desfosses, Société médicale des Hôpitaux de Paris, janvier 1904).

Bergonié, en avril 1904, présenta à la Société de Médecine de Bordeaux un cas d'épithélioma de la face, où l'angle interne de l'œil, l'orbite, le sourcil et une partie du nez étaient envahis; les photographies prises avant et après le traitement montrent un résultat inespéré; depuis cette époque, la guérison s'est confirmée.

Béclère, en juin 1904, montra, à la Société médicale des Hôpitaux, un cas d'épithélioma végétant de la région temporo-maxillaire guéri par la radiothérapie. La lésion, avant le traitement, présentait les dimensions d'une pièce de 5 francs. L'examen histologique montra qu'il s'agissait d'un épithélioma pavimenteux lobulé. La cicatrisation fut complète et parfaite.

Leredde a soigné depuis un an, par les rayons X, 24 cas d'épithélioma de la peau; sur ce nombre, 11 peuvent être considérés comme guéris; 13 sont encore en traitement.

Belot, dans son livre récent sur la Radiothérapie, apporte de nombreuses observations de guérisons: sur 27 épithéliomas cutanés traités à Broca, il a obtenu 18 guérisons, 7 améliorations; 8 malades sont encore en traitement, 4 ont cessé de venir.

Le *cancer du sein*, étant donnée sa fréquence, a été en tous pays soumis au traitement radiothérapique. Les résultats semblent meilleurs dans la forme ulcérée, saignante, que dans les tumeurs non ulcérées. Les cancers du sein ulcérés se cicatrisent superficiellement, mais la tumeur profonde persiste. Les petits noyaux qui apparaissent sous la peau au voisinage de la tumeur disparaissent, en général, très rapidement sous l'effet des rayons X.

De nombreuses observations, françaises ou étrangères, relatent les bénéfices de la radiothérapie appliquée au traitement du cancer du sein: cas de Mondain, du Havre, cas de J. von Mikulicz et O. Fittig, observations de Béclère, de Richmond, de Marton, de Barney, etc...

Les résultats du traitement radiothérapique dans le cancer du sein sont cependant beaucoup moins brillants que dans le cancer de la peau; ils sont encore beaucoup moins démonstratifs dans les

tumeurs d'organes profonds. On a traité des cancers du vagin et du col de l'utérus, des cancers du rectum, des tumeurs de l'intestin; aucune des observations publiées dans cet ordre d'idées n'apporte la preuve de l'action curative des rayons X.

Doumer et Lemoine, en juin 1904, entretenaient l'Académie de Médecine du traitement du *cancer gastrique* par les rayons X; ils auraient obtenu, sur 20 cas traités, 3 guérisons complètes. MM. Imbert, de Montpellier, ont rapporté l'histoire d'un cas de carcinose prostatopelvienne diffuse à marche aiguë, guérie par la radiothérapie; mais l'examen histologique manque. Plus démonstrative est l'observation que Béclère, en juin dernier, a présentée à la Société médicale des Hôpitaux: un *sarcome du maxillaire supérieur*, récidivé après deux interventions chirurgicales, fut guéri complètement par la radiothérapie.

Bisserié a relaté en juin 1904 deux cas d'*épithélioma de la langue* guéris par la radiothérapie; Béclère a montré un cas semblable de guérison d'un épithélioma de la face supérieure de la langue, au Congrès de Dermatologie tenu à Berlin du 12 au 17 septembre 1904.

La question de la radiothérapie dans le cancer a fait l'objet d'une longue discussion à la Société de Chirurgie de Paris (2 novembre 1904). M. Walther a présenté un jeune homme qui, ayant déjà subi plusieurs opérations, toujours suivies de récidives rapides, pour un sarcome du rebord inférieur de l'orbite, a été guéri par M. Béclère en 18 séances de radiothérapie faites en l'espace de quatre mois. M. Berger a rapporté une observation analogue de sarcome de la face, récidivé après plusieurs opérations chirurgicales et guéri par les rayons X.

MM. Tuffier, Reynier, Routier, Quénu, Sébileau se demandent si ces guérisons sont réelles et définitives, ou simplement apparentes. L'opinion de la plupart des chirurgiens est qu'il faut attendre du temps la confirmation des espérances actuelles données par la radiothérapie. Seules les guérisons des cancers superficiels leur paraissent indiscutables.

II. — TECHNIQUE.

Le traitement radiothérapique d'un cancer cutané consiste à placer le malade devant une ampoule radiogène, de façon que le rayon normal frappe le centre de la région à traiter. Suivant le diamètre de la lésion, on éloigne plus ou moins l'ampoule pour avoir une surface impressionnée plus ou moins grande. Les parties saines sont protégées soit par des feuilles de plomb de quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur, soit par une cupule de verre qui ne permet aux rayons de passer que par un orifice restreint.

Les dermites et brûlures survenues au début de l'emploi médical des rayons X ont montré que, pour éviter les accidents provoqués par les rayons de Röntgen, il ne fallait pas faire absorber à la peau plus d'une certaine quantité de rayons. Comme le dit Bécélère, c'est de la quantité de rayons absorbée que dépendent essentiellement les réactions thérapeutiques.

Pour assurer toute sécurité au traitement radiothérapique, il fallait trouver un moyen de mesurer la quantité de rayons émise par l'ampoule. M. Holzknécht, de Vienne, est arrivé à la solution de ce problème par l'emploi d'un mélange de certains sels susceptibles de se colorer sous l'influence des rayons de Röntgen. Son *chromoradiomètre* se compose d'une série de petits godets contenant les sels réactifs et d'une échelle graduée qui sert d'étalon.

L'échelle graduée est formée de douze godets de sels réactifs enfermés dans une boîte qui les préserve de la lumière; ils ont été soumis à l'influence des rayons X et ils présentent une coloration verdâtre dont l'intensité s'accroît graduellement d'un bout à l'autre de la série. A chaque degré de l'échelle correspond un chiffre qui indique la quantité de rayons absorbée. Holzknécht a choisi une unité qu'il dénomme H. (Cette unité de mesure est, du reste, parfaitement arbitraire). L'échelle s'étend de 3 H à 24 H.

Pour l'emploi du chromoradiomètre de Holzknécht, on place un de ces godets, au voisinage de la région à traiter, sur la peau du patient, de manière que le godet reçoive et absorbe la même quantité de rayons que la peau; de temps en temps, on interrompt l'irradiation et l'on compare la réaction du réactif à l'échelle qui sert d'étalon; on reprend l'opération et l'on s'arrête quand le godet réactif a atteint précisément le degré de coloration désiré. On fait absorber ainsi à la peau trois, quatre, cinq unités d'Holzknécht, 3, 4, 5 H, suivant l'expression consacrée.

Le réactif de Holzknécht a l'inconvénient d'être une spécialité tenue secrète et en même temps d'être d'un prix élevé. On a cherché un réactif facile à se procurer et d'un prix abordable.

Sabouraud et Noiré emploient le papier au platino-cyanure de baryum comme réactif de mesure de la somme des rayons X reçus par la peau en un temps donné. Ce papier vire à la lumière des rayons X. La teinte obtenue est comparée à une série de deux teintes fixes aquarellées :

1° Teinte du papier au platino-cyanure de baryum non viré ;

2° Teinte correspondant à quatre unités H de Holzknécht; cette teinte correspond à la quantité de rayons X qui donne le premier effet thérapeutique appréciable.

Le papier au platino-cyanure de baryum est moins sensible aux rayons X que les pastilles d'Holzknécht. Aussi, tandis que les godets réactifs sont placés au voisinage même de la lésion à traiter, le papier Sabouraud-Noiré doit être placé à 8 centimètres du centre de l'ampoule, tandis que la peau du patient est placée à 15 centimètres.

L'emploi du réactif d'Holzknécht et du papier de Sabouraud-Noiré est basé sur la comparaison de deux teintes; cette méthode n'est donc pas d'une précision absolue. Il était désirable d'avoir à sa disposition des instruments de mesure plus mathématiquement exacts. Gaiffe a imaginé un dispositif très intéressant. Dans le circuit de l'ampoule, on intercale un milliampèremètre bien isolé, susceptible d'indiquer à chaque instant l'intensité du courant qui traverse le tube. Un réglage préalable étant fait, il suffit de suivre les variations des milliampères pour connaître les variations du tube. Les déplacements de l'aiguille du galvanomètre correspondent aux variations de la quantité d'électricité qui traverse le tube; le milliampèremètre mesure la quantité de rayons X.

Pourvu ainsi de la facilité de doser les rayons X, on abordera le traitement d'un cancer en se basant sur les deux principes suivants :

1° Faire absorber, à chaque séance, la quantité de rayons maxima le compatible avec l'intégrité des téguments;

2° Attendre, pour passer à une seconde étape du traitement, le temps nécessaire pour que les phénomènes inflammatoires, qui pourraient se produire, soient apparents.

O. Noiré recommande de faire absorber au malade, à chaque séance, cinq unités H de Holzknécht ou la somme de rayons correspondant à la teinte B du radiomètre Sabouraud-Noiré.

Les séances se répéteront de quinze jours en quinze jours. Quelque rapide que soit la disparition des lésions, on ne cessera les applications qu'après avoir fait absorber au total au moins 24 H ou 5 à 6 teintes du radiomètre Sabouraud-Noiré.

L'intervalle de quinze jours entre les séances est nécessité par ce fait que, si les séances étaient plus rapprochées, l'érythème causé par la première séance serait transformé en radiodermite par la seconde.

III. — EFFETS DU TRAITEMENT.

Le traitement radiothérapique est absolument indolore. Un de ses effets les plus fréquents et les plus rapides est la disparition des douleurs et de la mauvaise odeur. Si la surface malade saignait facilement, la tendance à l'hémorragie disparaît. L'ulcé-

ration, si elle existe, change d'aspect, et en même temps se produit un suintement très abondant. Si la lésion est recouverte de croûtes, celles-ci deviennent d'abord plus épaisses, puis elles tombent; de nouvelles croûtes se reforment moins épaisses, puis tombent à nouveau; finalement, les croûtes cessent de se produire.

En même temps, le fond de l'ulcère se modifie, bourgeonne, le bourrelet et les nodules s'affaissent, le fond de l'ulcération s'élève, se nivèle, tandis que l'épidermisation se fait sur les bords et gagne progressivement le centre. Finalement, il reste à la place de l'ulcération épithéliomateuse une cicatrice souple, souvent à peine visible.

IV. — MODE D'ACTION DES RAYONS X.

L'agent efficace en radiothérapie, ce sont les rayons de Röntgen eux-mêmes, et non pas, comme on l'a soutenu longtemps, les décharges électriques, les effluves venant de l'ampoule.

Il paraît prouvé que les rayons de Röntgen exercent une action élective spécifique sur les cellules épithéliales.

Quelques examens histologiques ont été pratiqués sur des tumeurs en voie de régression sous l'influence des rayons X. Scholtz a pu constater que les cellules cancéreuses dégénèrent et finalement sont détruites sous l'influence des rayons X. Mickulicz et Fittig examinèrent une pièce provenant de la cicatrice d'un foyer néoplasique du sein, après traitement par les rayons X; ils ne trouvèrent plus de cellules carcinomateuses, mais les tissus sous-cutanés étaient remplis de cellules rondes.

Macaigne a examiné un cas d'épithélioma cutané de la région temporale guéri par les rayons X. Avant le traitement, le diagnostic histologique fut : épithélioma pavimenteux en bourgeons arrondis ou anastomosés. Au cours du traitement, l'examen histologique fit constater qu'il n'y avait plus trace de boyaux épithéliomateux, mais seulement un tissu conjonctif en voie d'organisation fibreuse. En somme, les rayons X atteignent et détruisent les cellules néoplasiques qui dégénèrent sur place, vacuolisées dans leur protoplasma, fragmentées dans leur noyau; à la place des cellules morbides, détruites et éliminées, se constitue un tissu conjonctif sain.

V. — INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS.

Les auteurs américains insistent sur les insuccès de la radiothérapie dans les cancers de la lèvre inférieure.

Sauf les cas de cancer de l'estomac mentionnés

ci-dessus, les tumeurs malignes de l'intestin n'ont jusqu'ici retiré aucun bénéfice de la méthode radiothérapique, qui, dans certains cas, aurait semblé provoquer une généralisation plus rapide.

Les indications et les contre-indications sont donc impossibles à préciser d'une façon complète. On peut dire, néanmoins, que tous les *cancers cutanés* sont justiciables de la radiothérapie. Leredde insiste à bon droit sur les avantages de la radiothérapie dans les épithéliomes des paupières, où l'exérèse chirurgicale amène presque toujours un rétrécissement de la fente oculaire et où les rayons X donnent une cicatrice parfaite.

Toutes ces néoplasies qu'on voit parfois sur la face, formant des tumeurs grosses comme un pois ou comme une noisette ou des ulcérations de la dimension d'une pièce de 2 francs ou de 5 francs, sont complètement cicatrisées et guéries au bout de quelques séances de radiothérapie. La forme de néoplasme qui est le plus rapidement modifiée est celle qui est caractérisée par une ulcération centrale, entourée d'un bourrelet dur plus ou moins saillant.

Lorsque la lésion est végétante, exubérante, dans certaines formes d'épithélioma perlé, quelques auteurs conseillent de faire précéder les applications radiothérapiques par un grattage à la curette. Quant l'épithélioma de la peau adhère aux parties profondes avec engorgement ganglionnaire, certains médecins pensent qu'il est préférable d'employer l'intervention chirurgicale d'abord, la radiothérapie ensuite, qui aura pour but d'empêcher la récurrence. Noiré est d'avis que, dans tous ces cas, la radiothérapie suffit à faire disparaître et la lésion épithéliomateuse et l'engorgement ganglionnaire. Les cancers dits inopérables, dit Noiré, ces larges pertes de substance qui ne peuvent guérir qu'au prix de déformations considérables, disparaîtront le jour où les malades qui avaient reculé devant une opération sauront, au début de leur mal, que dans la radiothérapie ils peuvent trouver la disparition rapide et non douloureuse de leur affection.

VI. — ACCIDENTS.

Au début de l'emploi de la radioscopie, opérateurs et opérés virent assez souvent survenir sur les parties de la peau exposées aux rayons X des irritations, des inflammations de téguments: les poils tombaient, des démangeaisons survenaient; parfois apparaissaient des bulles et des phlyctènes, suivies d'ulcérations ou d'escarres plus ou moins profondes. C'est, du reste, la constatation de ces modifications de la peau produites par les rayons X qui incita les expérimentateurs à employer les rayons de Röntgen dans un but thérapeutique.

Aujourd'hui, avec le perfectionnement de la technique, ces accidents de dermite sont exceptionnels et très légers : il n'y a pas lieu de s'en préoccuper. Certains radiothérapeutes ont prétendu que, dans certains cas, la radiothérapie peut produire une aggravation de phénomènes morbides en occasionnant l'extension et la généralisation des foyers carcinomateux. Les faits publiés ne sont pas jusqu'ici très probants.

VII. — RADIUMTHÉRAPIE.

La radiothérapie ne se borne pas à l'emploi thérapeutique des rayons de Röntgen; elle comprend aussi l'utilisation des radiations complexes émises par les substances radio-actives : radium et sels radifères. L'emploi thérapeutique des rayons émanés des sels de radium a reçu également le nom de *radiumthérapie*. Danlos, à l'Hôpital Saint-Louis, a traité par les rayons du radium des lupus de la face et des épithéliomas superficiels. Gérard Sichel a publié un cas d'ulcère rodent traité par le radium.

Exner aurait obtenu des résultats encourageants dans six cas de cancer de l'œsophage. Max Einhorn (juillet 1904), sur 9 sujets atteints de rétrécissement cancéreux de l'œsophage, a obtenu également une dilatation marquée de la sténose œsophagienne.

Bergonié a observé une amélioration manifeste chez un sujet atteint d'épithélioma lingual par des applications intra-buccales de bromure de radium pur.

Foveau de Courmelle a eu une amélioration considérable dans un cas d'épithélioma lingual, et des guérisons dans des cas d'épithélioma cutané au début.

La technique de la radiumthérapie est très simple : la substance radio-active est enfermée dans une cupule forée dans une masse épaisse de cuivre et de plomb et recouverte d'une lame mince d'aluminium ou de mica, soudée ou collée avec soin

sur le pourtour de la lame de cuivre. Ce petit réceptacle peut être tenu par un manche de 8 à 10 centimètres de longueur formé d'un simple fil de laiton; il suffit d'appliquer la lame de mica directement sur la région à traiter.

Pour porter le radium dans une cavité profonde, le vagin par exemple, Morton l'enferme dans un premier tube de verre mince ne contenant pas de plomb, puis introduit le tube à radium dans un autre tube de verre ou mieux de cellulose.

On peut aussi placer une petite ampoule de verre mince, contenant un sel de radium, dans l'extrémité d'une bougie ou d'une sonde œsophagienne; ce dispositif permet de traiter les rétrécissements œsophagiens d'origine néoplasique.

Les méthodes de mesure employées en radiothérapie sont utilisables en radiumthérapie. Bécélère a mesuré à l'aide du chromoradiomètre d'Holtz-necht l'action colorante de quelques centigrammes de bromure de radium pur enfermés dans un mince tube de verre; en l'appliquant sur un godet réactif, il a obtenu en dix minutes la coloration correspondant à l'absorption de cinq unités.

Le grand obstacle à la généralisation de l'emploi du radium est l'élevation extrême du prix des sels de radium, un gramme de bromure de radium pur valant 400.000 francs.

Aussi les résultats des applications médicales du radium sont jusqu'ici inférieurs à ceux que donne l'emploi des rayons de Röntgen.

VIII. — CONCLUSIONS.

En résumé, après avoir exposé succinctement l'état actuel de la radiothérapie dans le cancer, nous pouvons dire que la thérapeutique possède actuellement dans la radiothérapie un merveilleux moyen de guérison des épithéliomas superficiels, des cancers de la peau. Si, jusqu'ici, cette méthode a échoué généralement dans les cancers profonds, quelques faits permettent le plus encourageant espoir.

D^r P. Desfossés.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bruns (H.), *Professeur d'Astronomie à l'Université de Leipzig*. — **Grundlinien des wissenschaftlichen Rechnens**. — 1 vol. in-8° de 159 pages (Prix : 4 fr. 25). B. G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1904.

Nous signalons ce petit volume à tous ceux qui s'occupent de calcul numérique dans les sciences appliquées, notamment en Astronomie. Il a été rédigé d'après les leçons faites par l'auteur au Séminaire de Calcul scientifique rattaché au cours d'Astronomie de l'Université de Leipzig. Son but est d'initier le lecteur à un ensemble de principes d'une grande utilité pour le calculateur, mais dont l'emploi n'est pas encore assez répandu. C'est qu'il manquait précisément d'un ouvrage récent dans ce domaine. Celui de M. Bruns vient donc combler une lacune et il constitue en même temps un excellent complément au livre de M. Lüroth; *Vorlesungen über numerisches Rechnen* (Leipzig, 1900), en ce qu'il a plus particulièrement en vue les calculs spéciaux à l'Astronomie.

Dans l'*Introduction*, l'auteur insiste sur les termes de « calcul scientifique » et de « technique du calcul » par opposition à « l'art de calculer », et c'est précisément aux méthodes de cette technique, telles qu'elles ont été développées principalement par les astronomes, qu'il consacre ce volume. L'introduction contient quelques indications historiques, ainsi que des remarques et conseils sur la manière de disposer les calculs.

Les deux premiers chapitres sont consacrés aux propriétés des *différences* et des *sommes*, à leurs liens avec les tables numériques et au problème d'interpolation qui s'y rattache.

Après un court chapitre sur la *différentiation numérique*, l'auteur fait une étude très approfondie des différentes méthodes d'*intégration numérique*. Il envisage d'abord le cas d'une simple quadrature, puis celui de l'intégration d'une équation différentielle. Viennent ensuite l'emploi des *séries trigonométriques*, des *formules récurrentes* et, dans un dernier chapitre, comme complément du chapitre II, le *problème de l'interpolation* envisagé sous une forme plus générale, avec un court aperçu de la méthode des moindres carrés.

H. FEHR,

Professeur à l'Université de Genève.

Constan (P.), *Professeur d'Hydrographie de la Marine*. — **Cours élémentaire d'Astronomie et de Navigation**. — 2 vol. grand in-8° avec figures; tome I, *Astronomie*; t. II, *Navigation*. (Prix : 7 fr. 50 et 8 fr. 50.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1904.

Les Ecoles d'Hydrographie, auxquelles ce livre est destiné, ne sont pas, comme leur titre semblerait l'indiquer, des établissements où l'on étudie l'Hydrographie. Elles préparent les candidats au brevet de capitaine au long cours, et leur enseignement ne suppose chez les élèves que des connaissances très élémentaires en Mathématiques.

Le but essentiel est d'apprendre à ceux-ci à déterminer leur position à la mer et à diriger la route du navire, ce qui constitue la *navigation*; comme l'observation des astres en donne les moyens principaux, il est nécessaire d'avoir comme introduction un précis d'Astronomie ou, plutôt, de Cosmographie.

La plupart des traités de navigation sont principalement des recueils de formules et de types de calcul, accompagnés de règles pratiques pour effectuer les observations. L'auteur de l'ouvrage dont nous rendons compte a eu l'ambition de mieux faire comprendre et

de démontrer le pourquoi et le comment de ces règles, et de ne pas les exposer comme de simples recettes. C'est ce qui explique pourquoi ce livre, sans renfermer de tables numériques, a pourtant une étendue supérieure à celle des traités similaires.

La première partie, *Astronomie*, constitue, dans son ensemble, une cosmographie complète qui, au lieu de rester purement descriptive, est toujours appuyée sur des explications géométriques. Peut-être eût-il été plus conforme à la réalité d'insister moins sur l'emploi du théodolite pour la détermination des lieux des astres. Cet instrument n'est guère employé dans les observatoires, et les officiers de la marine marchande ne sont jamais dans le cas d'en faire usage. Mais l'exposé est, en général, très lucide. Nous voyons, dès cette première partie, l'emploi systématique des notations vulgarisées par les types de calculs de l'Ecole navale, notations qu'il y a tout avantage à graver dans la mémoire et qui seront suivies de façon courante dans la deuxième partie.

Celle-ci est consacrée à la *Navigation*.

On sait que, dans les trente dernières années, la navigation astronomique a subi une évolution importante dans le sens de la simplification et de l'uniformisation systématique.

L'augmentation de vitesse des navires réclame des observations plus fréquentes, et le perfectionnement des chronomètres permet de faire de Paris la base des méthodes. C'est dans cet esprit que sont conçus les nouveaux programmes auxquels l'auteur s'est conformé.

La « nouvelle navigation » n'a, en quelque sorte, qu'un tour dans son sac, et par là se distingue foncièrement de l'ancienne, que caractérisaient des méthodes multiples et variées, sans lien essentiel entre elles. Tout se ramène actuellement à la considération du lieu géométrique du navire, déterminé par la hauteur observée et par l'heure du premier méridien. Il y a là un progrès incontestable et d'une grande portée. Peut-être est-on allé un peu trop loin à certains égards. Il y a cent ans, la méthode des distances lunaires était considérée comme donnant seule de bonnes longitudes. Depuis lors, on a fait de grands progrès dans la construction et dans l'utilisation des chronomètres. S'ensuit-il qu'il faille absolument jeter par-dessus bord les distances lunaires, que Faye recommandait encore il y a vingt ans comme donnant seules une sécurité absolue? Le Bureau des Longitudes a cessé d'insérer, dans la *Connaissance des Temps*, les distances toutes calculées de la Lune aux étoiles, aux planètes et au Soleil. Mais cette mesure n'a été acceptée que parce que l'on peut fort bien calculer la longitude avec une observation de distance, sans avoir besoin de trouver la distance géocentrique dans l'Ephéméride : le calcul n'est ni plus long, ni moins exact. On aimerait à voir ce sujet traité dans un livre destiné à des marins qui n'ont souvent qu'un seul chronomètre exposé à s'arrêter ou à être tout à fait hors de service : que leur reste-t-il alors? En seront-ils réduits aux pratiques de la navigation du XVI^e siècle?

Et d'ailleurs, le chronomètre lui-même, malgré les progrès réalisés dans son réglage, donne encore des erreurs qu'on n'évite que par une étude attentive de sa marche et surtout des perturbations dues à la température. Les officiers de marine qui naviguent bien ont tous soin de faire cette étude à l'aide de formules de marche ou de graphiques; l'omission de ces considérations dans un cours pratique constitue une lacune qu'il eût été facile de combler sans augmenter les dimensions du livre, en gagnant par exemple sur la théorie de la déviation du

compas, dont un certain nombre de théorèmes et de formules seront rarement utiles.

Nous eussions enfin désiré que le chapitre si important des marées reçût quelques développements supplémentaires. Nous ne chicanerons pas l'auteur sur l'explication mécanique des marées, insuffisante déjà au point de vue élémentaire, puisqu'elle néglige le facteur le plus important du phénomène, les actions et composantes horizontales de la force perturbatrice de l'équilibre. Mais, même au point de vue pratique, il conviendrait de ne pas s'en tenir à des notions qui, en réalité, ne sont vraies que pour Brest, mais d'insister un peu sur les marées beaucoup moins simples de la majorité des côtes : un capitaine au long cours doit savoir qu'en Amérique, et dans les mers des Indes et de Chine, l'onde diurne est prédominante.

La haute mer peut différer de l'heure du passage méridien de la Lune d'une quantité *quelconque* inférieure à douze heures. Notons aussi que l'établissement du port se rapporte au jour même de la syzygie, et non à trente-six heures plus tard.

Ces légères imperfections ne doivent pas nous empêcher de reconnaître que nous sommes en présence d'un ouvrage bien conçu pour répandre et faire apprécier les méthodes de la navigation moderne. Nous y trouvons des détails intéressants sur la manière d'observer, des explications circonstanciées et très pratiques sur les moyens de reconnaître les étoiles, un très bon aperçu des mouvements du Soleil et de la Lune et de leurs éclipses. L'exposition est élémentaire et claire : nul doute que ce livre ne soit appelé à rendre de bons services aux navigateurs.

C.-ED. CASPARI,
Ingénieur-hydrographe en chef de la Marine.

2° Sciences physiques

Claude (Georges). — *L'Électricité à la portée de tout le Monde* (3^e édition). — 1 vol. in-8° de 475 pages, avec figures (Prix : 7 fr. 50). Veuve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1905.

Les lecteurs de la *Revue* n'ont certainement pas oublié la présentation élogieuse qui leur a été faite par M. Emile Demenge, ingénieur métallurgiste, de la seconde édition du livre de M. G. Claude; or, c'est de la cinquième dont il est question aujourd'hui. Si cela avait besoin d'être démontré de nouveau, ce succès de librairie légitimerait, à lui seul, le ton familier que l'auteur adopte systématiquement pour exposer à M. Tout-le-monde les vérités scientifiques en apparence les plus rébarbatives.

L'édition actuelle est caractérisée par d'intéressants développements sur les nouvelles sources de lumière : lampe Nernst, arc à flamme, tube Cooper Hewitt, et par une exposition plus claire de la théorie des moteurs. Mais le principal élément d'intérêt nouveau est un *Supplément* d'une centaine de pages sur le radium et les nouvelles radiations. L'auteur a voulu mettre ses lecteurs au courant de ces manifestations de l'énergie, dont la compréhension approchée est restée jusqu'ici le privilège de quelques-uns; il y a tout à fait réussi. Aucun sujet, d'ailleurs, n'est plus digne de retenir l'attention que les admirables recherches où apparaît, si important et si intime, le rôle de l'électricité, et dont l'intérêt est sanctionné par de merveilleuses applications pratiques.

M. G. Claude a partagé son supplément en trois chapitres d'importance inégale : le premier est relatif aux *ondulations hertziennes*, et ce n'est pas trop de toute l'ingéniosité de l'auteur pour rendre claire, en dehors de toute formule, l'idée de la propagation par ondes. La production expérimentale des ondulations hertziennes, la mesure de leur longueur d'onde et un bref exposé de la télégraphie sans fil complètent ce chapitre intéressant.

Le deuxième est consacré aux rayons cathodiques et aux rayons X; alors que le précédent est la glorification de Hertz, celui-ci est l'exposé des travaux de Crookes,

Lénard, Goldstein, J. J. Thomson et Röntgen, pour ne citer que les plus grands noms. Une attention particulière est accordée à la mesure de la vitesse et de la masse des corpuscules cathodiques par les méthodes si originales de J. J. Thomson et au bouleversement de nos idées sur la matière par la notion nouvelle d'*électron*, qui tend à remplacer l'ancienne notion de l'atome chimique.

Le troisième et dernier chapitre est le plus considérable de tous; il chante la gloire du radium. L'histoire de la découverte du polonium et du radium par M. et M^{me} P. Curie, de l'actinium par M. Debierne, à la suite de l'hypothèse émise en 1896 par M. H. Poincaré et des belles recherches de M. H. Becquerel sur le rayonnement de l'uranium, les propriétés si curieuses du radium et de ses sels, la complexité de son rayonnement et les applications physiologiques et médicales auxquelles il a donné naissance sont successivement passées en revue. L'étude de la radio-activité induite, la démonstration expérimentale de l'existence d'une *émanation* subtile que l'on peut condenser par l'application du principe de la paroi froide et dont le spectre est caractérisé par trois raies définies, enfin la stupéfiante propriété qu'a cette émanation de se détruire spontanément après quelques jours en donnant naissance à l'hélium, tout cela constitue des paragraphes d'une lecture extrêmement attachante. L'extrême diffusion du radium dans la Nature, déduite de la présence permanente de l'hélium dans l'atmosphère et dans les eaux, est le point de départ de vues synthétiques grandioses attribuant au métal de M. et M^{me} Curie un rôle énorme, merveilleux, en tout cas vraisemblable; et M. G. Claude laisse le lecteur sous l'impression de l'admiration pour l'œuvre géniale accomplie dans ces dernières années par les savants auxquels la France est redevable de la découverte du radium.

Les lecteurs de la *Revue* estimeront sans doute avec moi qu'il n'est que justice de souhaiter à la cinquième édition du livre de M. G. Claude le succès mérité des éditions précédentes.

E. MATHIAS,
Professeur de Physique à la Faculté
des Sciences de Toulouse.

Foveau de Courmelles (Dr). — *L'Année électrique.* — 1 vol. in-12 de 360 pages (Prix : 3 fr. 50). Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1904.

Publication annuelle, qui constitue, sous une forme condensée, une revue des progrès accomplis pendant l'année en électricité, électrothérapie et radiographie. Cela suffit pour en montrer l'intérêt incontestable.

Valeur (Amand), Docteur ès sciences, Pharmacien en chef des Asiles de la Seine. — *Chimie et Toxicologie de l'Arsenic et de ses composés.* — 1 vol. gr. in-8° de 364 pages (Prix : 9 fr.). A. Joanin et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1904.

Depuis une vingtaine d'années, engagé dans un nombre considérable de combinaisons, l'arsenic a fourni plusieurs groupes de corps d'un intérêt à la fois scientifique et pratique. Et ainsi, des fonctions nouvelles ou connues se sont affirmées dans la série des substances à noyaux arsenicaux. Le moment était venu de ranger ces substances selon leur attitude chimique, de leur marquer dans la littérature une place en rapport avec leur importance scientifique. M. Valeur a eu le mérite d'accomplir cette œuvre en publiant un livre dans lequel apparaissent ses brillantes qualités d'exposition, livre que goûteront tous ceux qui recherchent, dans la lecture d'un texte scientifique, la connaissance des faits et l'attrait de la forme.

Le travail présentait, indépendamment de son intérêt didactique, un puissant attrait d'actualité. Effectivement, les travaux de M. Armand Gautier sur le rôle de l'arsenic chez les animaux ne datent que d'hier, et plus récentes encore sont les recherches qui ont conduit le savant professeur de la Faculté de Médecine, ainsi que M. Gabriel Bertrand, à perfectionner les méthodes de

recherche de l'arsenic et à démontrer la présence de cet élément dans l'organisme normal. Ces questions ont à la fois tenu en éveil la curiosité scientifique et passionné l'opinion. Aussi M. Valeur a-t-il voulu reprendre avec quelques détails l'étude toxicologique de l'arsenic, de façon à la mettre en harmonie avec les faits récemment acquis à la science.

Il consacre la première partie de son ouvrage aux combinaisons minérales, la seconde aux composés organiques de l'arsenic; dans la troisième est étudiée la toxicologie de l'arsenic; enfin, la recherche analytique de cet élément fait l'objet de la quatrième partie.

L'auteur avait constaté que les monographies publiées antérieurement sur l'arsenic et ses composés minéraux demandaient plus à être complétées qu'à être entièrement refondues. En conséquence, il a estimé avec raison qu'il y avait lieu de ne faire qu'un rapide exposé de cette partie du sujet, en se bornant à énoncer les faits les plus saillants, de façon à pouvoir consacrer une plus large place à l'étude des combinaisons organiques.

C'est, en effet, cette étude qui a été en quelque sorte renouvelée en ces derniers temps, et l'on sait combien nombreuses et précises ont été les applications thérapeutiques auxquelles a conduit la découverte de nouvelles combinaisons organiques de l'arsenic.

Ces combinaisons, groupées selon leurs fonctions chimiques, sont l'objet d'une description consciencieuse. Et, dans leur histoire, une part importante est faite aux questions expérimentales.

La troisième partie, consacrée, avons-nous dit, à la toxicologie de l'arsenic, est d'une lecture agréable et instructive. Après un historique copieusement documenté, l'auteur examine si l'arsenic existe normalement dans l'organisme, en quelle quantité il s'y trouve et comment il y est distribué. Il traite ensuite de l'intoxication par l'arsenic et de la recherche toxicologique de cet élément, et formule à ce sujet des conclusions sur lesquelles les experts devront méditer désormais.

Dans l'exposé qui termine l'ouvrage, exposé relatif à la recherche analytique de l'arsenic, tous les problèmes qu'a soulevés jusqu'ici cette question se trouvent envisagés. Cette quatrième partie vient compléter la monographie d'une heureuse façon.

En résumé, le livre de M. Valeur paraît à son heure. Écrit dans un style alerte et châtié, il est d'une lecture agréable et facile, lecture profitable à toutes les personnes, nombreuses parmi les industriels, les chimistes, les médecins, les pharmaciens, qui s'intéressent à cette importante question de la chimie et de la toxicologie de l'arsenic.

EUGÈNE CHARABOT,
Inspecteur de l'Enseignement technique
au Ministère du Commerce.

3° Sciences naturelles

Ogilvie Gordon (Maria M.). — *The geological Structure of Monzoni and Fassa*. — 1 vol. in-8° de 180 pages avec 17 planches et 34 fig. (Prix : 6 sh.). Turnbull and Spears, éditeurs, Edinburgh, 1904.

La classique région des « Dolomites » (ou « Dolomites »), dans le Tyrol méridional, a été, plus que nulle autre dans les Alpes orientales, l'objet de longues discussions parmi les géologues. L'assimilation, par le baron de Richthofen, des dolomites du Schlern à des récifs coralliens et, plus tard, l'explication, donnée par M. Edm. de Mojsisovics, de la coexistence de massifs calcaires ou dolomitiques et de dépressions marneuses, par l'hypothèse de changements de faciès, dans le sens horizontal, rencontrèrent l'une et l'autre de nombreux contradicteurs; mais nul d'entre eux n'avait eu la persévérance de baser ses objections sur une étude nouvelle du pays, auquel les deux auteurs précités avaient consacré des Mémoires détaillés, accompagnés de cartes géologiques. Il était réservé à une femme, à une jeune Écossaise, d'entreprendre de nouveau l'exploration des « Dolomites », de poursuivre ses recherches pendant dix

ans avec une patience et une énergie admirables, et d'aboutir à la publication de plusieurs Mémoires qui lui assurent un rang des plus honorables parmi les géologues alpins et qui permettent d'envisager la structure géologique du pays dolomitique sous un jour tout nouveau. Miss Maria M. Ogilvie, aujourd'hui Mistress Gordon, vient de livrer à la publicité les résultats de ses observations sur un district des « Dolomites » situé plus au sud que ceux à l'étude desquels étaient consacrés ses Mémoires antérieurs: c'est la région de Fassa et du Monzoni, plus connue des minéralogistes et des pétrographes que des stratigraphes et des tectoniciens, grâce à l'existence de superbes roches éruptives et des phénomènes de contact qu'elles ont provoqués dans les roches sédimentaires encaissantes. Les produits d'intrusion y sont développés avec une ampleur que l'on chercherait en vain plus au nord; aussi les résultats auxquels a été conduite Mistress Ogilvie Gordon présentent-ils cette fois un intérêt plus général encore que ceux qu'elle avait obtenus précédemment dans le massif de Sella et dans l'Enneberg.

Les géologues envisageaient les « Dolomites » comme un pays essentiellement tranquille, accidenté seulement par des failles verticales, contre-coup des effondrements de la région adriatique; Mistress Ogilvie Gordon nous montre aujourd'hui que les plis-failles et les chevauchements⁴ y sont aussi répandus que dans d'autres parties de la chaîne des Alpes, où la structure « imbriquée » ou en « écailles » constitue la note dominante.

Cet important résultat tectonique est basé sur une minutieuse étude stratigraphique de la région. La découverte de couches de Saint-Cassian fossilifères, dans le massif de Sella, et celle d'un horizon nouveau à la limite des couches de Werfen et des calcaires virglorensiens fournissent deux précieux repaires au milieu de la série sédimentaire des environs du Monzoni et en facilitent la représentation cartographique. Ces deux horizons marquent d'importants changements de faciès dans le sens vertical; ils correspondent l'un et l'autre à des moments « critiques », où la sédimentation marneuse fait place à la sédimentation calcaire ou dolomitique. C'est dans ces deux zones, constituant des surfaces de moindre résistance, que se produisirent, sous l'action des forces tangentielles, les principales surfaces de glissement, le long desquelles on observe des chevauchements, des superpositions anormales des couches. Il s'est formé ainsi une série d'imbrications, attestant des poussées dirigées vers le Sud. Ces accidents fondamentaux, parallèles à la direction générale des couches, sont pour la plupart orientés W. N. W. - E. S. E.; ils sont coupés à angle droit par de véritables failles, que l'auteur attribue à des phénomènes de torsion. L'un et l'autre système sont accompagnés de venues éruptives. Les masses en fusion se sont élevées suivant ces plans de moindre résistance et se sont consolidées sous la forme de « sills », de filons-couches, dans le cas du premier système, de dykes ordinaires, dans le cas des accidents transversaux. Les intrusions sont manifestement postérieures aux dislocations, et, comme celles-ci appartiennent au même ensemble d'accidents tectoniques que la grande faille giudicarienne et que les chevauchements de la Cima d'Asta, qui sont d'âge tertiaire, le même âge doit être attribué aux éruptions du Monzoni, contrairement à l'opinion courante, qui leur assignait un âge beaucoup plus ancien.

Tous ces résultats sont d'une importance capitale et paraissent établis sur des observations d'une exactitude indiscutable. En ce qui concerne les dislocations du sol, on est toutefois en droit de se demander si Mis-

⁴ Qu'il soit permis à l'auteur de cette analyse de revendiquer ici pour lui-même la priorité de la découverte des premiers chevauchements dans les « Dolomites ». Dès 1887, il signalait à l'Alpe Puez le recouvrement du Néocomien par des calcaires rhétiens. Mistress Ogilvie Gordon attribue la priorité de cette découverte à M. Salomon, dont les publications sur la Marmolata remontent à 1895.

tress Ogilvie Gordon n'a pas attribué une importance exagérée aux phénomènes de torsion; les exemples empruntés à d'autres régions des Alpes, sur lesquels elle s'appuie, sont, dans tous les cas, susceptibles d'une tout autre interprétation. Par contre, la part des actions tangentielles n'est-elle peut-être pas faite assez large. Certaines observations de l'auteur relatives aux accidents périphériques des massifs de Sella et du Monzoni évoquent l'idée de véritables charriages.

Il convient d'ajouter que l'ouvrage de Mistress Ogilvie Gordon est accompagné de coupes nombreuses, de vues photographiques très parlantes et de cartes schématiques ou détaillées qui en facilitent considérablement la lecture.

EMILE HAUG,
Professeur à la Faculté des Sciences
de l'Université de Paris.

4° Sciences médicales

Roussel (Albéric), *Médecin du Ministère de l'Instruction publique*. — **La Franklinisation réhabilitée**. — 1 vol. in-12 de 292 pages. O. Doin, édit. Paris, 1904.

L'électricité statique a subi, depuis son origine, des alternatives de vogue et d'abandon. Nos pères ont vu la franklinisation délaissée dès l'apparition de la pile de Volta; Duchenne de Boulogne dédaignait la machine électro-statique; Charcot et Vigouroux ont eu beaucoup de peine à la tirer de l'oubli. Et voici qu'elle est menacée, une fois encore, d'être éclipsée par les courants alternatifs de haute fréquence.

L'auteur est convaincu que l'électricité statique est appelée à rendre des services thérapeutiques beaucoup plus importants que ceux qu'on lui a demandés jusqu'ici. Il estime qu'il y a lieu de la réhabiliter; on mettra de cette façon entre les mains des médecins, et de tous les médecins (car la spécialisation de l'électricité médicale serait inutile), un puissant moyen d'action sur le courant nerveux, sur la circulation et sur l'ensemble des actes nutritifs.

Il se base sur des résultats heureux obtenus avec la *machine à grande surface* pour soutenir que l'électricité statique n'a pas dit son dernier mot, et que, dès maintenant, elle peut être mise, sans désavantage, en parallèle avec la « haute fréquence ».

M. Albéric Roussel a voulu, en écrivant ce petit livre, mettre les praticiens à même de trouver réunis, en peu de pages, l'historique, l'instrumentation, l'action physiologique de la franklinisation. Les applications thérapeutiques constituent la partie la plus volumineuse, le corps même du livre. A propos de diverses maladies, l'auteur expose comment doit être appliquée la franklinisation et quels sont les résultats qu'on est en droit d'en attendre, particulièrement dans les maladies nerveuses et dans les dermatoses.

D^r HENRY MEIGE.

Tripier (R.). — **Traité d'Anatomie pathologique générale**.

Nous avons publié, dans la *Revue* du 15 janvier, la réponse de M. le D^r Tripier à l'article paru dans le numéro du 15 novembre 1904, sous la signature de M. le D^r Prenant. M. Prenant nous adresse, en réplique, les lignes qui suivent :

Je me contenterai de prier les biologistes de confronter le texte de l'ouvrage de M. Tripier avec les critiques formulées dans mon analyse. Mais, devant l'opinion du grand public de la *Revue*, je répondrai à M. Tripier en deux mots.

Un mot d'abord sur notre litige scientifique même. En face de la division cellulaire, que tout le monde reconnaît être la base des processus normaux et pathologiques s'accomplissant chez l'adulte, M. Tripier, qui la nie ne l'ayant jamais vue, installe, pour expliquer ces processus, l'hypothèse des rennovations cellulaires des tissus par les globules blancs. Cette doctrine est évidemment le produit de la suggestion des faits, c'est-à-dire de préparations histologiques démonstratives, que M. Tripier possède certainement. Ne demandant pas mieux que d'être convaincu et de convaincre aussi mes

confrères histologistes de la réalité de ces curieux processus de rennovation cellulaire, je prie instamment M. Tripier de me prêter à cet effet quelques préparations probantes. Je pourrai, en échange, et par le même moyen, lui révéler la division cellulaire dans les tissus de l'adulte.

Par le second mot de ma réponse, je m'adresse à M. Tripier lui-même, auteur et professeur à la fois. Je note les hésitations de l'auteur « arrêté par cette considération que l'on pourrait croire à une théorie sans fondement », s'il publiait ses idées personnelles dans un Mémoire spécial, et j'enregistre la résolution du professeur de « faire prévaloir ses idées » en les publiant dans un traité didactique. C'est ce que j'avais dit, en y réussissant moins bien que M. Tripier. C'est le triomphe psychologique du professeur sur l'auteur que j'avais voulu dénoncer comme un danger : « un danger qui doit être bien rare », mais dont, de l'aveu de M. Tripier lui-même, il doit exister au moins un exemple.

A. PRENANT,

Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy.

5° Sciences diverses

Blancarnoux (Paul), *Ingénieur des Arts et Manufactures*. — **Du choix d'une carrière industrielle**. — 1 vol. in-8° de 376 p. (Prix : 7 fr. 50) Veuve Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1904.

Le livre de M. Paul Blancarnoux sur le choix d'une carrière industrielle est divisé en trois parties.

Dans la première, se trouve la liste des écoles industrielles françaises. Sur chacune de ces écoles, l'auteur donne une série de renseignements utiles.

La seconde partie est consacrée à l'énumération des diverses branches industrielles, des diverses voies qui se présentent devant le jeune homme au sortir des écoles. Son choix est vaste, depuis le groupe formé parce qu'on appelle la *petite industrie* jusqu'aux grandes entreprises de construction et de métallurgie, en passant par les industries de l'électricité, du cycle et de l'automobile.

Mais il ne suffit pas d'avoir, à l'école, acquis un outil de travail, d'avoir ensuite choisi le moyen d'utiliser cet outil : il faut encore que le jeune débutant sache où se mettre à la besogne, sur quel point de la Terre s'installer. M. Blancarnoux le prend par la main et le guide à travers le monde : c'est l'objet de la troisième partie. Il lui énumère les grands centres industriels, lui donne des détails sur les conditions indispensables pour réussir dans chacun d'eux, sur la façon dont on y peut vivre et équilibrer son budget. Il n'oublie pas de signaler, quand il y a lieu, les dangers du climat et d'indiquer les règles à suivre pour s'en préserver.

Dans ce court résumé d'un ouvrage de près de 400 pages, nous avons essayé de mettre en relief ce qui rend ce livre vraiment intéressant : il est rempli de renseignements utiles. L'auteur connaît beaucoup de choses. Il a longtemps voyagé et il suit aujourd'hui, par des lectures, le courant industriel dans le monde. De son expérience, il fait largement profiter les jeunes débutants, et ceux qui se tourneront vers lui l'écouteront avec fruit.

Aussi, nous en voudrions-nous de nous attarder à des querelles de détail. Sans doute, le développement du sujet n'est pas toujours rigoureux. Il y a des répétitions; parfois le récit s'égaré, au point qu'en certain chapitre on trouve des considérations, d'ailleurs intéressantes, sur l'éducation des jeunes filles. Qu'importe tout cela, puisque le but principal de l'auteur, nous nous plaisons du moins à le penser, a été de produire une œuvre utile, non une œuvre artistique. Il faut lui savoir gré, d'autre part, d'avoir rempli son livre d'un souffle vivifiant, d'avoir dit et redit à ses lecteurs que, pour réussir, il était d'abord nécessaire d'en avoir l'invincible désir. Faire appel à l'initiative, à l'énergie personnelle, c'est en créer : c'est ainsi accomplir une bonne œuvre.

ALFRED GAY,

Ancien Elève de l'École Polytechnique.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 Janvier 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. H. Poincaré** étend aux hyperespaces le théorème sur la somme des angles d'un triangle rectiligne. — **M. Em. Picard** démontre le théorème suivant : Si, pour une surface algébrique, r_0 désigne le nombre des intégrales de première espèce et r le nombre des intégrales de seconde espèce, on a la relation $r_0 = r - (\rho_g - \rho_n)$, ρ_g étant le genre géométrique et ρ_n le genre numérique. — **M. F. Enriques** montre que, si, sur une surface algébrique f , il y a des intégrales de Picard de la seconde espèce, il y en a aussi de la première, et les courbes algébriques tracées sur f donnent lieu à une infinité de systèmes linéaires de courbes du même ordre. — **M. G. Remoundos** démontre qu'il est impossible d'avoir 2 ν équations de la forme $q(u) = Ae^{\alpha u}$ admettant des racines algébriques. — **M. S. Bernstein** communique ses recherches sur les équations du type parabolique. — **M. G. Bigourdan** présente ses observations de la nouvelle comète Borrelly (1904, e), faites à l'Observatoire de Paris. — **M. P. Chofardet** adresse ses observations de la même comète, faites à l'Observatoire de Besançon. — **MM. Rambaud et Sy** communiquent leurs observations de la même comète, faites à l'Observatoire d'Alger.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. C. Camichel** a constaté que le coefficient d'absorption du verre d'urane pour les radiations qu'il émet par fluorescence est le même, que la fluorescence soit excitée ou non. — **MM. H. Moissan et Chavanne** ont déterminé la conductibilité électrique du calcium pur ($\rho = 103 \times 10^{-8}$), son point de fusion (810°), sa densité (1,525 à 1,560); ils ont préparé un amalgame de calcium Hg^2Ca , stable dans l'air sec. — **MM. C. Matignon et R. Trannoy** ont reconnu que le chlorure de samarium anhydre frais absorbe à froid AzH^3 en grande quantité; ils mettent en évidence l'existence de huit combinaisons, avec 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9,5 et 14,5 molécules d' AzH^3 . — **MM. J. Tribot et H. Chrétien** ont obtenu par électrolyse un hydrate de fer colloïdal ne renfermant presque plus de Cl, et possédant toutes les propriétés de l'hydrate de Graham. — **MM. G. Perrier et E. Prost**, en faisant réagir $AlCl^3$ sur l'alcool en solution sulfocarbonique, puis en ajoutant du chloral, ont obtenu un corps $C^2Cl^3H^3O$, isomère de l'acétone trichlorée, et qui est probablement un oxyde de propène trichloré. — **MM. E.-E. Blaise et A. Luttringer** ont observé que l'acide sulfurique, dans des conditions convenables, est susceptible de produire une migration de la liaison éthylique des acides α -alcoyl-acryliques dans la chaîne la plus longue, soit en $\alpha\beta$, soit en $\beta\gamma$. — **MM. L. Hugouenq et Alb. Morel**, en faisant réagir la leucine naturelle sur l'urée fondue, ont obtenu avec dégagement d' AzH^3 l'acide leucine-hydantoïque, F. 200°-210°; par perte d'eau, il donne son anhydride, la leucine-hydantoïne. — **M. G. Darzens**, en hydrogénant par le nickel réduit les cétones non saturées, a obtenu facilement les cétones saturées correspondantes. — **M. A. Haller**, en traitant par l'amidure de sodium et les iodures alcooliques la β -méthylcyclohexanone, préparée soit par dédoublement de la pulégone, soit par hydrogénation du métracrésol, a obtenu des homologues de la menthone. — **MM. A. Haller et C. Martine**, en traitant la méthylcyclohexanone sodée par l'iode d'isopropyle, ont fait la synthèse de la menthone, qui est identique au produit naturel.

3° SCIENCES NATURELLES. — **MM. P. Oceau et A. Babes**

ont étudié les effets physiologiques de l'ovariotomie chez la chèvre : elle fait disparaître l'odeur hircine du lait, active et prolonge la durée de la sécrétion lactée, favorise l'engraissement et le rendement en viande de qualité supérieure. — **M. H. Jumelle** a étudié une Bignoniacée à gomme de Madagascar, le *Stereospermum euphorioides*; la gomme qu'elle produit est une gomme vraie, contenant un peu de tannin et entièrement soluble dans l'eau. — **M. Jean Friedel** a reconnu que la présence d'oxygène, dans l'atmosphère mise à la disposition d'une feuille, n'est pas indispensable pour l'accomplissement du processus d'assimilation chlorophyllienne. — **M. Savorin** a constaté que les plis de l'Atlas saharien ont existé dans la région actuellement occupée par l'Atlas tellien au nord des plaines de Hodna et de Poud el Ham; l'âge de ces plis est ordinairement compris entre le Crétacique supérieur et l'Eocène inférieur. — **MM. J. Deprat et M. Piroutet** signalent l'existence et la situation tectonique anormale de dépôts éocènes en Nouvelle-Calédonie. — **M. H. Courtet** conclut, des observations géologiques faites par la Mission Chari-Lac Tchad, que la région traversée est constituée par des schistes cristallins, souvent plus ou moins redressés verticalement, traversés par des roches granitiques variées et recouverts en stratification discordante par des grès horizontaux sans fossiles. — **M. Al. Hébert** a étudié les sols et minéraux recueillis par la Mission Chari-Lac Tchad. Les terrains, fortement sablonneux, sont généralement riches en azote. On trouve du minerai de fer en grande quantité et du chlorure de sodium. — **MM. R. Fourtau et M. Georgiades** ont étudié la source thermale de Hammam Moussa, située sur le côté occidental du Sinaï. Elle appartient à la catégorie des sources chlorurées sodiques avec sulfates et se rapproche beaucoup de celle de Wiesbaden. — **M. Capitan** déduit, des restes trouvés dans les fouilles pratiquées rue de Rennes pour l'établissement du Métropolitain, que des hommes, des éléphants et des rhinocéros vivaient dans la vallée de la Seine pendant le Quaternaire inférieur.

Séance du 23 Janvier 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. S. Carrus** étudie les conditions nécessaires pour qu'une famille de surfaces $f(x, y, z) = \rho$ admette des trajectoires orthogonales planes. — **M. G. Darboux** généralise les résultats de **M. Carrus** et donne un exemple intéressant d'intégration complète pour une équation aux dérivées partielles du second ordre à trois variables indépendantes. — **M. A. Buhl** étudie l'approximation des fonctions par des polynômes dans ses rapports avec la théorie des équations aux dérivées partielles, et applique ses résultats au problème de l'état initial en Physique mathématique. — **M. E. Traynard** montre que toute surface du quatrième degré à quatorze points doubles, parmi lesquels deux groupes de trois sont en ligne droite, est une surface hyperelliptique. — **M. G. Castelnuovo** démontre le théorème suivant : Une surface ayant les genres ρ_g, ρ_n possède $\rho_g - \rho_n$ intégrales distinctes de différentielles totales de première espèce et 2 $(\rho_g - \rho_n)$ intégrales distinctes de seconde espèce. Le continuum réel à quatre dimensions représentant la surface a la connexion linéaire $\rho_1 = 2(\rho_g - \rho_n) + 1$. — **M. Tzitzeica** étudie les équations différentielles linéaires du second ordre renfermant un paramètre. — **M. F. Riesz** démontre qu'un ensemble de domaines, tel que chaque point d'un ensemble fermé de points est intérieur à un domaine de l'ensemble, contient toujours un ensemble fini de domaines jouissant de la

même propriété. — **M. Considère** ramène au calcul des poutres droites celui des arcs élastiques isolés ou reliés à des tabliers rigides et celui des ponts suspendus à tablier rigide porté par des câbles paraboliques sans haubans inclinés. — **M. M. Fouché** étudie la déviation des graves en chute libre vers le sud; elle est la même soit qu'on laisse tomber le corps d'un lieu élevé, soit qu'on l'abandonne dans un puits de mine. Elle est un peu plus petite que la moitié de celle qui est due à la force centrifuge composée et doit lui être ajoutée. — **M. Ch. Féry** présente un pendule électrique à échappement libre composé d'un balancier moteur qui fait progresser d'une dent, à chaque oscillation complète, la roue d'échappement d'une minuterie ordinaire. — **MM. Lœwy et Puisseux** étudient la marche de la solidification dans l'intérieur d'une planète d'après leurs photographies lunaires. Ils confirment la théorie de l'écorce mince et montrent que le passage à l'état solide, encore inachevé pour la Lune, est très loin de son terme pour la Terre. — **M. G. Rayet** présente ses observations de la comète Borrelly faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — **M. G. Fayet** a été amené à conclure, malgré l'incertitude tenant à la petitesse de l'arc dont on dispose, que la nouvelle comète Borrelly est de nature elliptique; sa durée de révolution serait d'environ huit ans.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. H. Pellat** démontre la proposition suivante : Un corps animé d'une grande vitesse V dans un champ électrique d'intensité Φ est soumis par là même à un champ magnétique dont la direction est normale au plan contenant la direction de la vitesse et celle du champ électrique, et dont l'intensité est donnée par $H = K\Phi V \sin \alpha$, en appelant α l'angle de la vitesse et du champ électrique et K le pouvoir inducteur spécifique du milieu. — **M. P. Langevin** : Sur les ions de l'atmosphère (voir p. 1453, t. XV.) — **M. P. Massoulier** présente les résultats de ses recherches sur l'ionisation dans les flammes; ils montrent que la conductibilité est bien uniquement due à l'ionisation produite par la température élevée, indépendamment des électrodes. — **M. G. Meslin** a déterminé le coefficient d'aimantation spécifique d'un certain nombre de liquides, c'est-à-dire la susceptibilité rapportée à l'unité de poids. — **M. F. Wallerant** montre, en se basant sur l'exemple des azotates de potasse et d'ammoniaque, que la loi de Bravais n'a rien d'absolu : les faces à caractéristiques élevées peuvent se produire, non accidentellement, mais normalement, si les conditions de cristallisation leur sont favorables. — **M. J. Danne** a trouvé près d'Issy-l'Évêque (Saône-et-Loire) un minéral, le pyromorphite, renfermant du radium; il ne contient pas d'uranium. L'activité peut atteindre plusieurs fois celle de l'uranium. — **M. H. Moissan** a reconnu que le fer pur ou ne contenant que peu de carbone, en passant de l'état liquide à l'état solide, suit la loi générale de la solidification : sa densité s'accroît et il diminue de volume. Par contre, ce métal, saturé de carbone au four électrique, fait exception à cette loi et augmente de volume en passant de l'état liquide à l'état solide. — **M. M. Berthelot** a examiné quelques métaux trouvés dans les fouilles archéologiques en Égypte. Les uns sont formés d'un alliage de cuivre avec un peu d'étain, en partie transformé en oxychlorure et hydrocarbonate. L'autre est une lame de bronze. Le même auteur a analysé le contenu d'une fiole égyptienne; ce sont les produits d'oxydation lente d'une huile grasse qui était probablement de l'huile de ricin. — **M. J. Minguin** a observé une dissociation partielle de la molécule des sels de strychnine au sein du mélange alcool benzyle et alcool; cette dissociation est d'autant plus grande que l'acide est plus faible. — **M. E. Rengade** a observé que la méthylamine dissout à froid le césium métallique; la solution se décompose rapidement avec dégagement d'hydrogène et formation de méthylamide de sodium, corps cristallisé, détonant, se décomposant à 420° en H et cyanure de Cs. — **M. P. Lemoult**, en faisant réagir PCl^5

sur la diméthylaniline, a obtenu, outre le produit de Michler et Walder, la leucobase du violet hexaméthylé et les colorants qui en dérivent, puis des produits phosphorés et du phosphore blanc. — **M. M. Godehot** a oxydé l'octohydrure d'anthracène par l'acide chromique; il se forme de l'antraquinone et, par oxydation plus ménagée, du dihydrooxanthranol et de l'hexahydroanthrone. — **M. L. Brunel** : Thymomenthol et dérivés (voir p. 93). — **MM. A. Guyot et J. Catel** ont étudié les produits de l'action du bromure de phénylmagnésium sur le phtalate et le benzoylebenzoate de méthyle : triphényloxybenzodihydrofurfurane, o-dibenzoylbenzène, etc. — **M. J. Dumont** a observé que la valeur culturale des substances humiques ne saurait être la même dans tous les cas; c'est moins la richesse globale de la matière noire que sa composition qualitative qui influe sur le rendement des récoltes.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **MM. L. Jammes et H. Mandoul** montrent que l'action bactéricide des sucshimnithiques explique d'une façon simple l'action bienfaisante spéciale que peut exercer le *Tenia* sur son hôte. — **M. A. Frayssé** a étudié au point de vue anatomique les sucoirs de l'*Osyris alba*, et la biologie générale de cette plante. — **M. F. Dienert** a constaté qu'un morceau de magnésium, aussi pur que possible, ajouté à une suspension de bacilles d'Eberth ou de colibacilles dans l'eau, les tue tous après deux ou trois jours. — **M. J. Janssen** fait le récit de sa récente ascension au Vésuve. — **M. F. Laur** indique la suite des terrains traversés par les sondages pour arriver au Houiller, dans la Lorraine française : Keuper, Muschelkalk, grès bigarré, grès des Vosges, Permien, Houiller. — **M. Lauby** a étudié la florule diatomique du ravin des-Egravats, près du Mont-Dore; il y a trouvé cent six espèces ou variétés.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 17 Janvier 1905.

M. Chauvel présente un Rapport sur un Mémoire de **M. E. Landolt** concernant une nouvelle opération sur les muscles oculaires. Cette opération, dénommée allongement des muscles oculaires, est caractérisée par une augmentation de la longueur des corps charnus qui impriment aux globes de l'œil les déplacements nécessités par les fonctions de ces organes. Cette opération mérite d'entrer dans la pratique, bien que plus délicate que la ténotomie ordinaire. — Le même auteur présente un autre Rapport sur un travail de **M. Darier** relatif à la supériorité des sels organiques d'argent sur le nitrate d'argent en ophtalmologie. L'auteur a obtenu des résultats dans le traitement des ophtalmies purulentes avec l'argyrol; mais ce sel paraît perdre de son action et de son pouvoir bactéricide au bout de peu de jours. — **M. Bréhon** lit un Mémoire sur la fréquence de l'ankylostome et de quelques autres vers intestinaux dans une région du bassin houiller du Pas-de-Calais.

Séance du 24 Janvier 1905.

M. Poirier est élu membre titulaire dans la Section d'Anatomie et Physiologie.

M. P. Reynier montre qu'il est à souhaiter que l'on abandonne aujourd'hui, pour la chloroformisation, le procédé de la compression pour adopter celui des mélanges titrés de chloroforme et d'air, le seul vraiment conforme aux indications de la Physiologie.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 14 Janvier 1905.

M. Colombo a observé que l'ingestion de plusieurs litres de lait provoque chez l'homme une élévation de la pression artérielle, suivies d'une urination et d'une défécation abondantes, suivies d'un abaissement de la pression artérielle. — **M. V. Henri** a étudié l'influence de la quantité de sérum de chien sur l'hémolyse des globules rouges de poulet. La vitesse d'hémolyse est

représentée par une loi logarithmique. — **M. Ch. Aubertin** a constaté, dans les anémies, la coïncidence constante de la rétraction normale du caillot avec l'abondance des hématoblastes. — **M. P. Carnot** a reconnu que les greffes de vésicule biliaire provoquent, soit à la surface de l'intestin, soit à l'intérieur du foie, des formations kystiques et adénomateuses, remarquables à la fois par la végétation superficielle et par l'infiltration profonde de cet épithélium. — **M. Ed. Retterer** a constaté que les ménisques interarticulaires du genou restent fibreux ou fibro-cartilagineux tant que les mouvements de rotation sont bornés dans cette articulation; dès qu'ils servent de pivot à des mouvements étendus, ces organes deviennent cartilagineux et osseux. — **M. F. Battelli** a observé que, si l'on fait agir les sérums des animaux normaux sur les globules et sur les vaisseaux du cobaye, on constate dans la majorité des cas un parallélisme étroit entre la quantité d'hémolyse et la quantité de vasoconstrictine renfermées dans ces sérums. — **MM. G. Guillaïn et P. Thaon** ont observé une forme clinique de la syphilis du névraxe réalisant la transition entre les myélites syphilitiques, le tabes et la paralysie générale. — **MM. Edm. et Et. Sergent** ont trouvé, dans le sang d'un certain nombre de paludéens, des corps particuliers en anneaux ou en demi-lunes, qui semblent caractéristiques du paludisme. — Les mêmes auteurs ont découvert, dans le sang des Chauves-souris, deux sortes de Trypanosomes: un petit, voisin du *Tr. Lewisi*, qu'ils nomment *Tr. Nicolleorum*, et un gros, le *Tr. vespertilionis*. — **MM. Edm. et Et. Sergent** ont observé une nouvelle Hémiambie dans le sang des Hirondelles d'Algérie. — Enfin, les mêmes auteurs ont répété et confirmé les expériences de Schaudinn sur les générations alternantes des Hématozoaires endoglobulaires des Chouettes, donnant des Trypanosomes chez les Moustiques. — **M. L. Barthe** montre que le méthylarsinate de soude ingéré ne fait que traverser les organes sans s'y localiser. — **M. Ch. Féré** a étudié l'influence, sur le travail d'un groupe musculaire, du travail musculaire d'autres groupes musculaires. — **MM. A. Gilbert et J. Jomier** ont constaté que le glycogène commence à apparaître dans le foie entre la première et la deuxième heure après l'absorption de sucre; il disparaît aussi très rapidement à partir de la neuvième heure. — Les mêmes auteurs ont observé trois localisations principales de la graisse dans le foie: dans la cellule hépatique, dans la cellule étoilée, dans les capillaires sanguins. — **M. H. Cristiani** a provoqué la dégénérescence et l'atrophie expérimentale des greffes thyroïdiennes par l'ingestion à dose toxique de pastilles de glande thyroïde. — **MM. J.-L. Prevost et J. Mioni** montrent que, chez les jeunes sujets, l'extirpation de la thyroïde retarde le développement et altère les fonctions de la zone corticale motrice qui, chez le chien, est le centre des convulsions épileptiques. — **MM. L. Bernard et M. Salomon** ont observé que la tuberculisation lente de l'organisme par l'injection intra-péritonéale ou sous-cutanée d'un bacille peu virulent provoque, au niveau du rein, une série constante d'altérations qui méritent le nom de néphrite interstitielle tuberculeuse. — **M. L. Launoy** a étudié l'action des injections de chlorhydrate d'amyléine (stovaïne) sur les globules.

Séance du 21 Janvier 1905.

M. Ed. Retterer a constaté que le tissu qui compose les ménisques interarticulaires du genou continue, chez le lapin adulte, à être formé d'éléments identiques à ceux que présente le cartilage hyalin lors de son premier développement. — **MM. A. Gilbert et J. Jomier** ont étudié la répartition du glycogène hépatique à l'état normal et à l'état d'inanition. — **MM. G. Billard, Dieulafé et Gilles** estiment que l'oligo-hydramnios tire son origine de l'exagération du courant allant du liquide amniotique vers le sérum fœtal et maternel, qui s'établit vers la fin de la grossesse. — **MM. G. Bil-**

lard et Perrin montrent que la toxicité de l'urine est en raison inverse de sa tension superficielle. — **MM. G. Billard et F. Bellet** ont observé que l'élongation du sciatic chez le lapin provoque un allongement des os et une diminution de leur poids du côté opéré. — **M. L.-G. de Saint-Martin** propose une modification du procédé de Folin pour le dosage de l'urée dans l'urine, qui consiste à substituer au chlorure de Mg le chlorure de Li anhydre exempt d' AzH_3 . — **MM. Ch. Bisanti et L. Panisset** montrent que les microbes introduits dans l'intestin, le bacille de Koch en particulier, peuvent franchir la paroi intacte pour passer dans le sang pendant la période de digestion. — **MM. L. Léger et Ed. Hesse** ont rencontré en parasite chez l'*Otiorynchus fuscipes* un nouveau protiste qu'ils désignent sous le nom de *Mycetosporidium talpa*. — **MM. Léon Bernard et M. Salomon** ont constaté que l'injection canaliculaire du bacille de Koch ne peut provoquer de lésions rénales que lorsqu'on lui associe la ligature urétérale. — **MM. J. Nicolas et Ch. Cot** ont étudié la leucocytose digestive chez le chien normal et splénectomisé. — **MM. L. Nattan-Larrier et A. Brindeau** estiment que la môle hydatiforme constitue un néoplasme infectant, auquel convient la dénomination de plasmodiome à type molaire. — **M. L. Uriarte** rectifie une note antérieure sur la classification des Pulicides des Rats. — **MM. Piéry, Mandoul et Ortal** montrent qu'on ne peut, dans les hémoptysies survenues au cours de la tuberculose, tirer aucun renseignement pronostic de l'examen bactériologique des crachats. — **MM. C. Nicolle et G. Catouillard** ont étudié le venin d'un scorpion commun de Tunisie, l'*Heterometrus maurus*. Le moineau y est très sensible, le lapin moins. — **MM. Charrin, Moussu et Le Play** établissent que les séreuses, par l'intermédiaire de la dialyse, des sucs, des cellules, etc., agissent, soit sur les microbes, soit sur leurs sécrétions, soit sur une série de principes nuisibles, ou même des corps étrangers. — **M. L. Fortineau** a isolé d'une chemise de malade un microbe rouge pathogène qu'il nomme *Erythro-bacillus pyosepticus*; il s'est montré pathogène pour tous les animaux expérimentés. — **M. E. Mauré** montre que la diminution du poids du cobaye, sous l'influence du vêtement, est due en partie à une utilisation moins bonne des aliments ingérés. — **MM. M. Doyon, A. Morel et Billet** ont trouvé qu'à la dose de 1 à 2 grammes par kilog. le chloroforme détermine la nécrose presque complète du foie. — **M. Ch. Richet** a observé que l'injection d'une dose non mortelle de congestine chez le lapin détermine une sensibilité extrême à l'action d'une dose ultérieure (anaphylaxie); cela provient d'une forte diminution de la résistance du système nerveux. Chez les chiens, il en est de même; l'injection antérieure de thalassine agit comme prophylactique. — **M. Laulanié** poursuit l'étude de l'influence de l'alimentation sur les combustions respiratoires. — **M. E. Gellé** examine au point de vue physiologique la question de la réforme de l'orthographe. — **M. F. Dévé** montre qu'il existe des caractères zoologiques paraissant appartenir en propre au parasite de l'échinococcose alvéolaire humaine, bavaro-tyrolienne, et qui viennent confirmer l'opinion de la dualité de l'échinococcose. — **MM. E. Couvreur et Cl. Gautier** ont reconnu que, chez les grenouilles, ni la polypnée vraie à l'étuve, ni la fausse polypnée en chauffant la tête avec une lampe, ne sont d'aucun secours pour lutter contre le réchauffement. — **M. Al. Ignatowsky** a étudié l'état de l'urine après la ligature de la veine rénale et de l'uretère.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 9 Janvier 1905.

M. L. Cuénot conclut de ses observations qu'il n'y a aucune relation causale entre le volume des œufs de ver à soie et le sexe des chenilles qui en sont sorties. — **MM. Fr. Gross et L. Sencert** signalent un cas de

décollement épiphysaire chez un castrat naturel adulte. — MM. Haushalter et R. Collin ont observé des malformations de l'écorce cérébrale (microgyrie et polygyrie) avec agénésie du corps calleux et du faisceau pyramidal chez un enfant atteint de rigidité spasmodique généralisée. — M. Th. Guilloz préconise un nouveau système de notation des objectifs et des oculaires de microscope; dans ce système, le grossissement est le $1/20$ du produit des numéros de l'objectif et de l'oculaire, diminué de la moitié du numéro de l'oculaire; la puissance a quatre fois la valeur du grossissement.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 17 Janvier 1903.

M. Ch. Pérez décrit une nouvelle Glugéïdée, le *Nosema pulvis*, parasite du *Carcinus moenas*, qui se généralise dans toute la musculature à l'exception du cœur. Ce parasite, ainsi que le *Thelohania monadis*, sans provoquer de castration parasitaire, peuvent empêcher la ponte. — Le même auteur a trouvé une autre *Glugea* (*Gl. Stempelli*) vivant en parasite sur le *Balanus amaryllis*. — M. A. Le Dantec a reconnu que le ténia inermis ne sécrète aucun produit toxique susceptible de provoquer des troubles chez l'homme parasite. — M. R. Brandeis présente un nouvel uréomètre à eau. — MM. Gentès et Bellot ont étudié les altérations des neurofibrilles des cellules pyramidales de l'écorce cérébrale dans l'hémiplégie. — MM. J. Bergonié et L. Tribondeau ont poursuivi l'étude de l'action des rayons X sur le testicule du Rat blanc; on se trouve bien en présence d'une destruction de l'épithélium séminal par résorption sur place et non par desquamation et expulsion. — M. M. Cavalié a observé, dans la couche ventrale de la lame électrique du *Torpedo Galvani*, un dispositif fibrillaire considérable qui se trouve dans les gaines des fibres nerveuses et autour d'elles. — MM. R. Ducrot et J. Gautrelet ont constaté que, dans l'ictère expérimental, sans complications d'un autre ordre, il n'y a jamais passage des pigments biliaires dans le liquide céphalo-rachidien. Les plexus choroïdes jouent le rôle de véritables glandes; ils se comportent comme les agents sécréteurs du liquide céphalo-rachidien. — M. B. Auché a isolé, dans plusieurs cas de dysenterie à Bordeaux, le bacille dysentérique décrit par Chantemesse et Widal.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 17 Janvier 1903.

MM. D. Olmer et P. Stephan ont vu, à la période la plus précoce de leur développement embryonnaire, les neurofibrilles traverser de part en part la cellule; ultérieurement, elles forment un réseau fin et compliqué, condensé d'abord sur un côté du noyau, puis envahissant tout le corps cellulaire. — M. L. Bordas communique ses recherches sur l'anatomie du tube digestif de la *Nepa cinerea*. — M. J. Livon a isolé du sérum sanguin de deux femmes éclampsiques un microbe, dont les bouillons de culture, injectés à des cobayes gravides, provoquent la mort après de fortes convulsions.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 20 Janvier 1903.

La Société procède au renouvellement de son Bureau. M. Dufet devient de droit président. Sont élus : Vice-président, M. Amagat; secrétaire général, M. H. Abraham; vice-secrétaire, M. P. Lugol.

M. P. Langevin : Sur la théorie du magnétisme. La Revue publiera dans un prochain numéro un article de l'auteur sur ce sujet. — M. Ch. Ed. Guillaume : La Physique des solides d'après les idées de M. Tammann. Les expériences de Tresca sur l'écoulement des solides, les nombreuses applications industrielles de la plasticité des métaux, l'observation des cas intermédiaires,

comme ceux que présente, par exemple, la glu marine, la fusion pâteuse dans un large intervalle de température et beaucoup d'autres phénomènes d'observation courante ont conduit à l'idée de la continuité entre les états solide et liquide de la matière. M. Ostwald a développé cette idée, tandis que M. Le Chatelier, tout en reconnaissant qu'elle est correcte dans des cas nombreux, a attiré l'attention sur le passage brusque et sans états intermédiaires entre les corps amorphes et les cristaux de même composition chimique qui se développent à leurs dépens. M. Tammann a repris cette théorie et, admettant qu'il n'existe pas d'état critique dans le passage du cristal au corps amorphe, il a établi une théorie de la fusion des cristaux dans laquelle la courbe d'équilibre dans le plan $p\theta$ est une courbe fermée, limitant une région limitée du plan, à moins que l'origine des coordonnées (pression nulle et zéro absolu) ne soit comprise à l'intérieur de la courbe; dans ce cas, elle se termine aux axes coordonnés. Le maximum de la courbe, c'est-à-dire le point de température maxima de fusion du cristal, est réalisé à la pression où la densité du corps amorphe et du cristal est la même. Ce point est atteint, pour les corps qui se solidifient avec contraction, et qui constituent la presque totalité des corps connus aux pressions ordinaires, lorsque la plus grande compressibilité du corps amorphe l'a suffisamment contracté pour qu'il ait rejoint la densité du cristal. Cette égalité n'existe, en général, qu'à des pressions très élevées, de l'ordre de plusieurs milliers d'atmosphères. Pour que la cristallisation puisse se produire dans la région du plan où un cristal déterminé est stable, il faut, à la fois, que le milieu contienne des germes cristallins et que la viscosité soit assez faible pour que le mouvement de cristallisation se propage. Si l'on part de la température de fusion du cristal pour aller vers les températures basses, la tendance à la formation spontanée des germes cristallins augmente jusqu'à un maximum déterminé, au delà duquel elle redescend. Mais la vitesse de propagation du cristal diminue dès que la température est abaissée au-dessous du point de fusion; le maximum de vitesse a lieu immédiatement au-dessous de la température de fusion. Si les expériences montrent en général une augmentation de la vitesse jusqu'à une certaine distance du point de fusion, c'est qu'on a confondu la température du bain avec celle de l'eau-mère en contact avec le cristal. En réalité, le dégagement de chaleur par le fait de la cristallisation maintient l'eau-mère à une température toujours plus élevée que celle du bain qui entoure le tube dans lequel la cristallisation se propage. Un grand nombre de liquides, refroidis rapidement à partir d'une température supérieure à celle de la fusion de leur cristal, deviennent bientôt assez visqueux pour que les germes cristallins ne s'y développent plus. On peut alors les amener à la température ordinaire à l'état vitreux, qu'ils conservent indéfiniment; les verres proprement dits, le quartz fondu sont des exemples de ce fait. Un réchauffement produit souvent la cristallisation; ainsi le verre se dévitrifie par une chauffe suffisante. Les corps amorphes subissent la fusion pâteuse, qui n'est pas autre chose qu'une diminution graduelle de la viscosité, sans que l'on rencontre, à aucune température, une brusque variation du volume ou un subit dégagement de chaleur. Il n'y a pas, à proprement parler, de changement d'état entre les fils de quartz, dont M. Boys a montré les propriétés élastiques, et le quartz parfaitement liquide. On peut observer, au refroidissement, la diminution graduelle de la plasticité, sur un intervalle de plus de 1.000°, pour arriver, finalement, sans aucun saut brusque, à l'élasticité parfaite. En revanche, le passage est brusque entre le quartz amorphe et le quartz cristallisé. M. Tammann a examiné un grand nombre de corps, pour établir leur diagramme de fusion, et tenter de vérifier ses idées. En fait, il a atteint une seule fois le maximum de la courbe $p\theta$ (sel de Glauber décahydraté); dans

tous les autres cas, il a pu néanmoins démontrer que la courbe de fusion a sa concavité tournée vers le bas, indiquant ainsi l'existence d'un maximum à une pression supérieure à celle des expériences. Les corps examinés par M. Tammann sont déjà nombreux. La plupart ont été étudiés jusqu'à 3.000 atmosphères, et quelques-uns au delà. M. Guillaume signale, parmi les faits les plus curieux découverts au cours de ces études : 1° L'existence de l'état solide à une température supérieure au point critique, rendue évidente pour plusieurs corps, et démontrée directement pour le chlorure de phosphonium; la température critique de ce corps est 50°, tandis que la courbe de fusion stable a pu être poursuivie jusqu'à 102°; 2° Le diagramme de l'eau, qui comprend trois espèces de glace, dont deux sont plus denses que l'eau. On obtient les deux glaces nouvelles en comprimant vers 2.700 atmosphères de la glace maintenue à -60° ou à -80°; en réchauffant ensuite, on peut tracer leur courbe de fusion, qui commence, pour l'une d'elles, à 22° et 2.200 atmosphères, et va en remontant à mesure que la pression s'élève.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 13 Janvier 1905.

M. le Président annonce que le Conseil de la Société a décerné le Prix de Chimie organique à M. L. Marquis, et le Prix Louis Pillet à M. A. Hébert.

La Société procède au renouvellement de son Bureau, qui est ainsi constitué pour l'année 1905 :

Président d'honneur : M. M. Berthelot ;

Président : M. L. Lindet ;

Vice-Présidents : MM. J. Hamonet, A. Gautier, L. Bouveault et A. Verneuil ;

Secrétaire général : M. A. Béhal ;

Secrétaire : M. G. Bertrand ;

Vice-Secrétaires : MM. A. Hébert et Ch. Moureu ;

Trésorier : M. Petit ;

Archiviste : M. A. Desgrez.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 24 Novembre 1904 (suite).

M. Wilderman : *Communication préliminaire sur les piles galvaniques produites par l'action de la lumière.* L'auteur a trouvé qu'il y a, sous l'action de la lumière, une région de piles galvaniques aussi vaste et aussi variée que dans le cas des piles galvaniques ordinaires. Il a trouvé des piles constantes et inconstantes, réversibles et irréversibles. Les réactions chimiques et l'équilibre chimique dans les combinaisons galvaniques sont maintenant parfaitement élucidés; ils semblent cependant être tous *sui generis*, tous les processus étant mêlés et caractérisés par des phénomènes d'induction et de déduction, particuliers aux piles lumineuses seulement. L'auteur a réussi aussi à placer cette région de phénomènes sur une base physico-mathématique, vérifiant expérimentalement les équations fondamentales dans tous leurs détails. Voici les principaux résultats obtenus : 1° La f. é. m. totale, créée par la lumière, consiste en une f. é. m. produite par la lumière à une température constante, due à l'accroissement du potentiel chimique et de la pression de solution de la plaque exposée, et en une f. é. m. thermique produite par l'échauffement, dû à la lumière, d'une des plaques en contact avec le liquide. On trouve que les deux f. é. m. sont directement proportionnelles à l'intensité de la lumière; les deux donnent des courants de même direction, prouvant ainsi que la lumière agit sur le potentiel chimique aussi bien que sur la pression de solution de l'électrode de la même façon que la chaleur; 2° Le cours particulier des périodes d'induction et de déduction permet de distinguer des piles constantes et inconstantes, montrant la polarisation de l'une à l'autre. La considération de la composition chimique et des réactions se produisant dans les sys-

tèmes sous l'action du courant amène à des résultats identiques; 3° La période d'induction suit une loi : $d\pi/d\tau = c(\pi_0' - \pi)(\pi - \pi_0 + K)$, qui donne en même temps la loi fondamentale de la photographie relatant le rapport entre la quantité de sels d'argent décomposés et le temps de l'exposition. La période de déduction suit une loi similaire : $-d\pi/d\tau = c'(\pi_0 - \pi)(\pi - \pi_0' + K')$; 4° L'équation fondamentale pour la f. é. m. des piles constantes « réversibles au point de vue du cation » (par exemple : plaque Ag à la lumière, solution de AgAzO³ à la lumière, solution de AgAzO³ dans l'obscurité, plaque Ag dans l'obscurité) est : $\Sigma E = 0,860T(\log_e P_i/P_a + 2v/u + v \log_e u/p_a) 10^{-4}$ volt, et pour les piles constantes « réversibles vis-à-vis de l'anion » (par exemple : plaque Ag - BrAg à la lumière, solution de KBr à la lumière, solution de KBr dans l'obscurité, plaque Ag - BrAg dans l'obscurité) : $\Sigma E = 0,860T(-\log_e P_i/P_a + 2v/u + v \log_e p_i/p_a) 10^{-4}$ volt, dans laquelle P_i et P_a sont les pressions de solution des électrodes à la lumière et dans l'obscurité, p_i et p_a sont les pressions osmotiques du cation ou de l'anion en solution à la lumière et dans l'obscurité, et T représente la température absolue. La théorie des piles thermogalvaniques termine ce travail.

Séance du 8 Décembre 1904.

M. Henry J. S. Sand : *Le rôle de la diffusion pendant la catalyse par les métaux colloïdaux et les substances similaires.* Ce Mémoire contient une critique de l'opinion exprimée par Nernst (*Zeitschrift. Phys. Chem.*, XLVII, 53) que la décomposition catalytique du peroxyde d'hydrogène due aux métaux colloïdaux a probablement lieu instantanément à la surface du catalyseur, de sorte que la concentration du peroxyde d'hydrogène est maintenue là d'une façon permanente à zéro, et la rapidité de la réaction mesurée est celle avec laquelle la diffusion et la convection renouvellent le corps dissous en contact avec les particules catalytiques. Comme résultat, l'hypothèse de Nernst amène à supposer que la réaction est du premier ordre, conclusion qui s'accorde avec les résultats expérimentaux trouvés par Bredig et ses élèves. Les valeurs récentes des constantes de vitesse expérimentales sont cependant beaucoup trop petites pour permettre de les concilier avec l'hypothèse de Nernst; aussi cette dernière doit-elle être abandonnée. Pour arriver à ce résultat, on a calculé les valeurs minima théoriques pour la vitesse de la réaction d'après l'hypothèse de Nernst. A cet effet, on suppose que les particules sont sphériques avec un diamètre de 0,5 μ, valeur qui, d'après Bredig, est plus grande qu'aucune de celles rencontrées dans ses solutions. Les particules étaient supposées dans un état de mouvement continu, accomplissant ce qu'on appelle les mouvements Browniens; mais, en se mouvant à travers la solution, elles devaient entraîner une pellicule de liquide adhérente. Pour obtenir une valeur minimum de la vitesse de réaction, le volume total des pellicules était supposé égal à celui de tout le liquide. Le coefficient de diffusion du peroxyde d'hydrogène à 25° a été pris égal à 10⁻⁵ cm²/sec., valeur qui est plus faible que celle de la plupart des substances ayant des molécules plus lourdes. Le rôle joué par la convection due aux mouvements Browniens des particules a été démontré; les résultats expérimentaux concernant la dépendance entre les constantes de vitesse et la concentration du catalyseur ne peuvent s'accorder qu'avec l'idée d'une réaction hétérogène, si la convection joue un rôle important. Enfin, l'auteur montre que les faits expérimentaux s'accordent tous avec l'hypothèse que la vitesse actuelle de la réaction sur les surfaces des particules a toujours une valeur limitée, qui est proportionnelle à la concentration du corps dissous en contact immédiat avec elles. Comme conclusion, les hypothèses de Nernst, en ce qui regarde la vitesse de réaction des systèmes hétérogènes, ont été critiquées au point de vue thermodynamique, et il a été démontré que, si elles peuvent être correctes pour la majorité des pro-

cessus physiques, il est nécessaire d'être prudent lorsqu'on les applique aux processus de nature chimique.

Séance du 15 Décembre 1904.

M. Charles H. Lees : *Effet de la température sur les conductivités thermiques de quelques isolateurs électriques*. La substance dont la conductivité thermique est à déterminer a la forme d'un cylindre d'environ 8 centimètres de longueur et 2 centimètres de diamètre, entouré par un cylindre de cuivre mince et placé dans un tube Dewar. La chaleur est fournie par le passage d'un courant électrique à travers un fil de platine noyé dans la substance parallèlement à l'axe du cylindre et à une distance d'environ 4 centimètres de celui-ci. La température est mesurée par la résistance électrique de deux courtes spirales de fil de platine pur, n° 40, au centre de l'une desquelles passe le fil chauffé. La différence de température des deux spirales est déterminée en les prenant comme bras d'un pont à résistance dont les deux autres bras sont égaux. Au moyen de coupes de mercure, des résistances peuvent être placées en série avec l'une ou l'autre des spirales jusqu'à ce que l'équilibre soit obtenu. On trouvera dans le tableau suivant quelques valeurs des conductivités en unités C. G. S. pour une certaine étendue de température sur l'échelle de l'hydrogène :

A 120° ABS. A 180° ABS. A 240° ABS.

Glace	0.0062	0.0058	0.0052
Naphtalène	0.0013	0.0011	0.00091
Aniline	0.0011	0.00086	0.00070
Para-nitrophénol	0.0010	0.00085	0.00070
Glycérine	0.00078	0.00082	0.00076
Cire de paraffine	0.00060	0.00065	0.00061
β-naphtol	0.00067	0.00065	0.00063
Diphénylamine	0.00058	0.00054	0.00052

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 18 Janvier 1905.

M. F. D. Chattaway a préparé les dérivés nitrohalogénés des sulfonamides par l'action de l'acide hypochloreux sur les sulfonamides et les alkylsulfonamides; ils sont remarquables par leur stabilité et leur facilité de cristallisation. — **M. H. D. Law**, par l'oxydation électrolytique des aldéhydes aliphatiques saturés en solution sulfurique, a obtenu en majeure partie l'acide correspondant, et en plus petite quantité CO² et CO. Avec l'acétaldéhyde et le propaldéhyde, il se forme un peu d'hydrocarbure, d'après l'équation $R.CHO + O = RH + CO^2$. — **M. G. T. Morgan** et **M^{lle} F. M. Micklethwait** ont préparé les dérivés diazoïques des trois benzènesulfonylphénylènediamines $C^6H^4SO^2.AzH.C^6H^4.AzCl$; les dérivés ortho et para, sous l'action des alcalis, se condensent pour former des diazoïmides $C^6H^4SO^2.(Az^2).C^6H^4$. — **MM. S. E. Sheppard** et **Ch. E. K. Mees** ont constaté que l'oxalate ferreux se dissout dans les oxalates alcalins pour former des sels doubles, tels que $K^2Fe(C^2O^4)^2$, qui se dissocient en donnant un anion complexe négatif $Fe(C^2O^4)^2$, peu stable. — **M. H. O. Jones** montre que, dans la formation d'un atome d'azote asymétrique dans un composé contenant un atome de carbone asymétrique, il se produit deux isomères α et β. C'est le cas lorsqu'on combine l'iode d'allyle ou de benzyle avec la méthyl-/-amylamine. — **M. W. C. Anderson** a étudié l'oxyde de magnésie obtenu par la calcination de la magnésite naturelle et de trois formes de carbonate de magnésie artificiel. Les propriétés variables des oxydes obtenus paraissent être dues à la polymérisation qui se produit quand la magnésite est chauffée. — **M. K. J. P. Orton** a repris ses expériences sur la transformation des dérivés du s-tribromodiazobenzène; il confirme ses vues précédentes sur le mécanisme de la réaction et ne trouve aucune preuve de la formation intermédiaire d'une nitrosamine, soutenue par Ilantzsck, pour aboutir à la quinonediazide. — **M. A. W. Stewart** montre

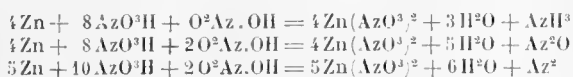
que l'introduction d'un groupe méthyle dans une chaîne cétonique a une tendance à empêcher la formation d'un produit d'addition avec le bisulfite de soude. — **M. J. S. Lumsden**, en réduisant par le sodium l'acide anisique dissous dans l'alcool amylique, a obtenu l'acide hexahydrobenzoïque et l'acide δ-cétohexahydrobenzoïque; ce dernier est identique à celui qui a été préparé synthétiquement par Perkin. — Le même auteur a reconnu que les propriétés de l'acide hexahydrobenzoïque et de ses dérivés sont, en général, intermédiaires entre celles des acides heptoïque et benzoïque. Les points d'ébullition des composés hexahydrobenzoïques sont de 9° supérieurs à ceux des composés heptoïques et de 15° inférieurs à ceux des composés benzoïques. — **MM. Th. S. Paterson** et **F. Taylor** ont déterminé les rotations du menthol et des menthyltartrates et ont comparé les valeurs obtenues avec celles du volume moléculaire de solution. Il y a une relation très étroite entre les deux phénomènes.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 5 Décembre 1904.

M. E. Divers fait un examen critique de la théorie de Raschig sur le processus des chambres de plomb, et la remplace par une théorie plus compréhensive. Pour lui, les particules du brouillard des chambres de plomb consistent en acide sulfurique fort, tenant en solution de l'acide nitrososulfurique; elles absorbent continuellement de l'anhydride sulfureux et de la vapeur d'eau, en formant de l'acide sulfurique et de l'acide nitrososulfonique : $2H^2O + 2Az.O.SO^2H + 2SO^2 = 2SO^2(OH)^2 + 2Az.SO^2H$. L'acide nitrososulfonique réagit sur l'acide nitrososulfurique non décomposé suivant l'équation : $2Az.SO^2H + 2Az.O.SO^2H = 4AzO + 2O(SO^2H)^2$; mais les produits de la réaction se recombinent en présence d'oxygène pour former l'acide nitrososulfurique : $4AzO + O^2 + 2O(SO^2H)^2 = 4OAz.O.SO^2H$. Celui-ci agit donc en somme comme catalyseur. — **M. E. Divers** présente une théorie de l'action des métaux sur l'acide nitrique. Ag et Hg n'agissent sur cet acide qu'en présence d'acide nitreux comme catalyseur, et le convertissent en molécules égales de nitrite et de nitrate : $2Ag + 2HAzO^3 = AgAzO^2 + AgAzO^3 + H^2O$. Le zinc ou l'étain agissent sur l'acide nitrique en produisant un nitraté, et de l'ammoniaque, de l'oxyde d'azote et de l'azote :



Le produit primaire de la réaction est, en réalité, l'hydroxylamine, qui peut être isolée en présence d'un acide stable : $6Zn + 7SO^3H^2 + 2O^2Az.OH = 6ZnSO^4 + 4H^2O + SO^4(AzH^3OH)^2$. — **M. C. S. St. Webster** présente un luminescope pour comparer les substances sous l'influence des rayons du radium. — **MM. J. S. Rowland** et **L. J. Davies** décrivent une nouvelle méthode pour la détermination du phosphore dans les minerais de fer. Elle consiste essentiellement à oxyder le minerai par incinération avec de la magnésie, et à bouillir ensuite avec de l'acide nitrique dilué. On obtient ainsi une solution qui contient tout le phosphore; celui-ci est déterminé par titration du précipité jaune avec de la soude et de l'acide nitrique titrés.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 14 Décembre 1904.

M. H. J. Watson considère comme tout à fait impossible, en l'absence de nouvelles recherches et de méthodes meilleures pour distinguer les diverses formes de collagène, d'obtenir aucune évaluation de la colle

ou de la gélatine par des méthodes chimiques. L'action de la chaleur est différente de la peptonisation par les bactéries, et, quoi qu'elle tende à diminuer les propriétés gélatinisantes, elle n'affaiblit pas les propriétés adhésives. Rideal a, d'ailleurs, montré qu'après douze heures de chauffe toutes les propriétés physiques importantes déclinent, tandis que les réactions chimiques sont peu altérées.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 25 Novembre 1904.

M. R. E. Divine propose une nouvelle méthode pour faciliter la filtration et le lavage des précipités d'alumine, opérations longues et difficiles, surtout dans l'analyse des argiles. A la solution contenant environ 0,1 gramme d'alumine, on ajoute 2 centimètres cubes d'une solution d'acide tannique à 2-2 1/2 %, puis de l'ammoniaque en léger excès, et l'on fait bouillir jusqu'à ce que l'odeur d'ammoniaque ait à peu près disparu; l'alumine est précipitée sous une forme qui peut être filtrée très rapidement à l'aide d'un tube à succion et qui permet le lavage rapide de tout le chlore. En présence de grandes quantités de chaux ou de magnésium, il est bon de redissoudre, puis de précipiter une seconde fois. — **M. A. C. Langmuir** décrit une méthode pour la détermination de la rosine dans la cire à cacheter; elle est basée sur la détermination de l'indice d'iode caractéristique au moyen d'une solution de Wijs. — **M. H. A. Frasch** signale un nouveau procédé industriel dans lequel on peut obtenir de la soude caustique. L'hydrate de nickel, en présence d'ammoniaque, réagit sur le chlorure de sodium ou de potassium en donnant du chlorure de nickel-ammonium et de l'alcali caustique. Le premier, qui est insoluble dans la liqueur caustique, est séparé par filtration (et soumis à la distillation, qui régénère de l'oxyde de nickel et de l'ammoniaque, lesquels retournent au processus), tandis que la solution d'alcali est concentrée à la manière ordinaire.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 30 Novembre 1904.

M. E. Carey fait une conférence sur les industries chimiques aux Etats-Unis.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Novembre et Décembre 1904.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. E. Millosevich** présente des observations de la comète Encke. — **M. E. Pascal**: Sur les équations différentielles relatives à certains covariants des formes algébriques (extension de quelques recherches de Brioschi et Betti). — **M. G. Fubini** s'occupe d'une question fondamentale pour la théorie des groupes et des fonctions automorphes. — **M. T. Boggio**: Sur la déformation des plaques élastiques cylindriques de grosseur quelconque. — **M. G. A. Crocco**: Sur la stabilité des aérostats dirigeables; dans cette Note, l'auteur soumet au calcul les résultats obtenus par le colonel Renard dans ses dernières expériences. — **M. L. Orlando**: Sur la déformation d'un dièdre isotrope d'ampleur sous-multiple de π .

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. L. Puccianti**, reprenant les recherches de Wiedemann, Schmidt et Wood sur la fluorescence de la vapeur du sodium, a confirmé l'existence, dans son spectre, des raies D, D₂, et il décrit les particularités des ondulations qui les produisent. — **M. G. Guglielmo** expose ses recherches pour trouver un moyen de déterminer l'heure exacte, avec une erreur moindre d'une seconde, à l'aide d'un gnomon de dimensions ordinaires; il parle, en outre, de quelques instruments simples qui peuvent servir à la vérification exacte de l'heure. — **M. P. Gamba** donne des détails sur les expériences exécutées par lui sur l'élasticité du marbre en plaques minces; il présente les courbes qui reproduisent l'allure des déformations lorsque les forces

de flexion sont appliquées de différentes manières. — **M. G. Martinelli** présente le résultat de ses expériences sur la radio-activité de quelques roches des environs de Rome; on a observé les phénomènes radio-actifs seulement dans les roches d'origine éruptive, et ces phénomènes sont du même ordre que ceux observés déjà pour les pouzzolanes, tandis que les roches sédimentaires ne possèdent, en général, aucune radio-activité appréciable. — **M. C. Carpini** a étudié la dispersion électrique des sources thermales de Acquaxanta (Ascoli), et il a reconnu que l'air des grottes, où l'eau surgit, a un pouvoir dispersif moindre que celui de l'air extérieur; les boues déposées par l'eau ne sont point radio-actives, ce qui prouverait que les propriétés thérapeutiques des boues et des eaux ne dépendent pas de la radio-activité. — **M. A. Herlitzka** donne la description d'un appareil qu'il a imaginé pour enregistrer d'une manière automatique les variations de la température d'un milieu donné, et qui se prête très bien aux recherches physiologiques. — **M. F. Eredia** s'occupe de l'inversion de la température, phénomène qui fait que souvent, pendant la nuit, la température des lieux élevés et sur les sommets des montagnes est plus haute que dans les vallées. **M. Eredia** a tâché de déterminer, dans des Observatoires de Monte Cavo et de Rocca di Papa, les conditions météorologiques qui accompagnent le phénomène; il a trouvé que l'inversion est plus fréquente à 9 heures, et que les cas d'inversion les plus persistants et les plus marqués furent accompagnés par des indications barométriques élevées et par une atmosphère calme et sereine. — **M. G. Bruni**, après avoir développé avec **M. Finzi** la théorie générale des phénomènes cryohydratiques dans les mélanges isomères optiques, montre comment, de la surface de congélation et de l'allure des isothermes relatives, il est possible de déduire des conclusions sur l'état moléculaire des corps dissous, c'est-à-dire sur l'existence de molécules racémiques en solution, ou sur leur absence. — En comparaison du platine, les composés, simples ou complexes, du palladium tétravalent connus jusqu'ici sont en très petit nombre. **M. I. Bellucci**, dans le but de remplir cette lacune, a entrepris l'étude des composés sulfocyaniques du palladium, et il montre, par ses expériences, que, à l'inverse du platine, les composés sulfocyaniques rapportables au palladium tétravalent n'existent pas ou sont très instables. — **MM. M. Betti** et **C. M. Mundici** ont cherché à établir si les relations du naphтол avec le phénol et le camphre peuvent se manifester entre les aldéhydes salicylique, β -oxynaphtoiïque et camphorifique. — **M. E. Manuelli** a préparé l'éther ethylpipéronylique, et il en donne la description. — **MM. G. Plancher** et **C. Ravenna** ont étudié l'assimilation du carbone dans les végétaux, et ils affirment avoir exclu par leurs recherches la formation de l'aldéhyde formique pendant cette assimilation. — Une étude intéressante est celle des métamorphoses qui se produisent pendant la germination des plantes vivaces ayant des graines riches en graisse. **M. G. Sani** a accompli cette étude sur les graines du hêtre, que l'on faisait germer rapidement à une température de 15° et avec une humidité modérée, et il donne les résultats de la détermination des graisses, des substances protéiques, etc., qu'il a trouvées dans les graines. — Dans une autre Note, **M. Sani** annonce que, pendant la préparation de la phytostérine de l'huile d'olives, il a trouvé et séparé une substance, dont il décrit les propriétés, qui n'a de relation ni avec la phytostérine de l'huile d'olives, ni avec la cholestérine ordinaire.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. Zambonini** communique les analyses, exécutées par lui, de quelques lawsonites italiennes; ces analyses paraissent en accord satisfaisant avec la formule $H_2CaAl_2Si_2O_{10}$. — **M. E. Repposi**, qui, étudiant de nombreux cristaux de fumarate monopotassique, avait reconnu qu'ils appartenaient au système triclinique, a repris ses observations sur le fumarate mono-ammonique que Pasteur avait signalé comme monoclinique, et a reconnu que ce second fumarate

appartient au même système que le premier. — **M. C. De Stefani** s'occupe de quelques terrains éocéniques de la Dalmatie et en étudie la stratigraphie. — **M. D. del Campana** apporte une contribution à la connaissance du Trias supérieur du Monténégro, dont il décrit les fossiles recueillis dernièrement par **M. Martelli**. — **M. E. Clerici** s'occupe de la stratigraphie du volcan latial, et il donne la série des roches qui le composent. — **M. A. Mosso** poursuit ses recherches sur les relations qui existent entre la présence de l'anhydride carbonique dans le sang et les mouvements respiratoires, et il décrit les expériences faites en injectant à des chiens des substances capables de se combiner avec CO_2 . Ces injections arrêtent les mouvements respiratoires sans déranger les fonctions du système nerveux et du cœur; elle font paraître une respiration périodique, ce qui explique, par la diminution de la tension de l'anhydride carbonique, cette forme particulière de respiration que l'on observe chez l'homme et chez les animaux sur les Alpes à de grandes hauteurs. Dans le cours des expériences, on a vu des arrêts de la respiration, par effet des injections d'hydrate de sodium, d'une durée de presque trois minutes, ce qui prouverait que les excitations respiratoires sont dues à des substances qui prennent naissance dans les cellules nerveuses, et que celles qui dépendent de l'accumulation de l'acide carbonique sont plus énergiques que celles qui dérivent du manque d'oxygène. — **MM. B. Grassi** et **L. Munaron** communiquent leurs dernières recherches pour préciser la cause du goitre et du crétinisme endémique. On a continué les expériences sur des chiens, et elles font croire que, en dehors du milieu où le goitre se forme naturellement, on ne peut obtenir l'apparition du goitre que dans des milieux fermés où l'on a accumulé des matériaux provenant des localités où le goitre est endémique. — **M^{lle} A. Foà** transmet la seconde partie de ses recherches sur la reproduction des Flagellés, et s'occupe de la manière dont s'accomplit la division des Triconomyphes et des formes analogues. — **M. G. Rossi** a continué ses recherches sur la mécanique de la digestion chez le poulet, et il décrit ses observations expérimentales sur les contractions de l'estomac glandulaire et de l'estomac musculaire, et sur les mouvements qui accomplissent la mastication gastrique. L'estomac musculaire ne se trouve jamais en repos absolu; la fréquence de ses contractions touche au maximum dans le jeûne prolongé et varie dans les différentes périodes de la digestion. — **M. L. Petri** a observé, sur des plantes de haricot, une infection due au *Sclerotina Libertiana* Fuck, qui, au lieu de commencer à attaquer les tiges, se manifeste tout de suite sur les fruits; cette différence dans la propagation de l'infection est due au fait que les fragments des pétales des plantes tombaient sur les fruits, s'y décomposaient, favorisés en cela par une forte humidité, et de cette façon se trouvaient réalisées les conditions favorables à la germination et au développement des spores et des parasites. — Dans une autre Note, **M. Petri** s'occupe d'une colonie bactérienne qu'il a pu observer dans toutes les larves de la mouche de l'olivier (*Dacus Oleae*), de provenances et d'âges différents; ces micro-organismes sont expulsés par la mouche à la fin de la période larvaire.

ERNESTO MANCINI.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 15 Décembre 1904.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. A. Boltzmann** décrit une modification de l'électroscope d'Exner dans laquelle il a rendu les feuillets indépendants de leur support et empêché, pour un fort écartement des feuillets, un choc contre ce support. — **M. G. Jager** présente trois appareils nouveaux : un *polaristéréoscope*, projetant les images en lumière polarisée linéairement; un *stéréoscope à concentration*, envoyant les images sur une grosse lentille qui forme de nouvelles images sur les yeux des spectateurs; un *appareil d'agrandissement*

stéréoscopique. — **M. C. Doelter** montre que la capacité de cristallisation d'un mélange fondu dépend plutôt du nombre des centres de cristallisation naissant spontanément que de la vitesse de cristallisation, car cette dernière est une propriété vectorielle qui se modifie avec la direction. — **M. R. Kremann** montre qu'il n'est pas possible de tirer, de la vitesse de saponification observée dans les systèmes hétérogènes, une conclusion sur le mécanisme de la réaction, car celle-ci est déterminée par des phénomènes purement physiques, comme la vitesse de solution. Ainsi la saponification des éthers peu solubles, comme le benzoate d'éthyle, peut être uniquement monomoléculaire, tandis que celle des éthers plus solubles est d'abord monomoléculaire, puis dimoléculaire vers la fin de la réaction. — **MM. A. Lipschitz** et **R. von Hasslinger** montrent que le sulfure de fer, traité par les acides dilués, contient du fer métallique, qui entre d'abord en solution; l'hydrogène produit réduit Fe S en H_2S et Fe ; c'est ce dernier qui maintient la marche de la réaction en agissant comme catalyseur. — **M. R. Hertzka** a préparé les produits de condensation de la dibenzylcétone avec l'aldéhyde anisique et avec le pipéronal en présence de HCl gazeux; ce sont des cétones chlorées, qui, chauffées avec les alcools, échangent leur chlore contre un alkoxyde.

2^o SCIENCES NATURELLES. — **M. H. von Wielowieczki** confirme ses précédentes recherches sur les rapports nutritifs des cellules de l'œuf avec les cellules de l'albumine chez les insectes, ces dernières servant d'organes glandulaires et nourrissant les cellules de l'œuf par l'intermédiaire de canaux. — **M. F. Werner** décrit un genre nouveau de la famille des Mantides (Orthoptères) qu'il a trouvé en Egypte; il le nomme *Centromantis Mantidarum*. — **M. A. von Hayek**: Etudes monographiques sur le genre *Saxifraga*. I. La section du *Porphyryon* Tausch. — **M. F. Becke**: Observations géologiques sur le percement du tunnel du Tauern.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Décembre 1904 (suite).

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. H. A. Lorentz**: *Le mouvement des électrons dans les métaux*. Première communication. Si l'on s'imagine que chaque métal contient un grand nombre d'électrons libres, se mouvant avec une vitesse dépendant de la température dans l'espace intermédiaire entre les atomes métalliques, on arrive à une explication du pouvoir de conduction pour l'électricité et la chaleur des courants thermo-électriques, de l'effet de Thomson, de l'effet de Hall et de plusieurs autres phénomènes, comme l'ont démontré surtout **MM. E. Riecke**, **P. Drude** et **J. J. Thomson**. Ici, l'auteur applique à ces phénomènes une méthode différente. 1. Suppositions simplificatives: Le métal ne contient qu'une espèce d'électrons libres, admettant tous la même charge e et la même masse m ; l'unité de volume contient N de ces électrons à énergie cinétique moyenne αT , où T est la température absolue, et α une constante. Le mouvement rectiligne des électrons est borné principalement par les chocs contre les atomes métalliques, par rapport à l'influence desquels celle des chocs des électrons entre eux peut être négligée. 2. Détermination du nombre v , indiquant le surplus des particules se mouvant dans l'unité de temps à travers l'unité de section, normale à la direction principale du problème, comparé d'abord aux mouvements dans un barreau cylindrique, dans la direction positive, sur celles qui se meuvent en sens contraire, et de l'énergie de chaleur W correspondante. En désignant par $f(\xi, \eta, \zeta) d\lambda$ le nombre des points de vitesse (ξ, η, ζ) de l'élément $d\lambda$, par dS l'élément de volume, l'auteur trouve :

$$N = \int f(\xi, \eta, \zeta) dS, \quad v = \int f(\xi, \eta, \zeta) d\lambda,$$

$$W = \frac{1}{2} m \int \xi^2 f(\xi, \eta, \zeta) d\lambda.$$

3. Déduction de l'équation différentielle :

$$\frac{df}{d\xi} X + \frac{df}{d\eta} Y + \frac{df}{d\zeta} Z + \frac{df}{dX} \xi + \frac{df}{dY} \eta + \frac{df}{dZ} \zeta = c.$$

déterminant la fonction f . 4. Si R représente la somme des rayons des électrons, et r la vitesse (ξ, η, ζ), on a :

$$c = nR^2 r \int [f(\xi, \eta, \zeta) - f(\xi, \eta, \zeta)] \cos \theta d\omega.$$

où n est le nombre des atomes métalliques de l'unité de volume. 5. Introduction de la loi de distribution

$$f(\xi, \eta, \zeta) = Ae^{-hr^2}$$

de Maxwell, où

$$\Lambda = N \sqrt{\frac{h^3}{\pi^3}}.$$

6. La formule

$$f(\xi, \eta, \zeta) = Ae^{-hr^2} + \varphi(\xi, \eta, \zeta)$$

correspondant au cas où l'état du métal change de point en point. La supposition

$$\varphi(\xi, \eta, \zeta) = \xi \chi(r).$$

d'où découle

$$\varphi(\xi, \eta, \zeta) = \frac{\xi}{r} e^{-hr^2} \left(2h\Lambda X - \frac{d\Lambda}{dX} + r^2 \Lambda \frac{d\chi}{dX} \right).$$

7. Les résultats :

$$v = \frac{2}{3} \pi I \left[\frac{1}{h^2} \left(2h\Lambda X - \frac{d\Lambda}{dX} \right) + 2 \frac{\Lambda}{h^3} \frac{d\chi}{dX} \right],$$

$$W = \frac{2}{3} \pi m I \left[\frac{1}{h^3} \left(2h\Lambda X - \frac{d\Lambda}{dX} \right) + 3 \frac{\Lambda}{h^4} \frac{d\chi}{dX} \right],$$

pour le « courant d'électrons » et le « courant de chaleur ». 8. Le pouvoir de conduction électrique

$$\sigma = \sqrt{\frac{2}{3\pi}} \frac{IN^2 n}{\alpha T}.$$

9. Le pouvoir de conduction de chaleur

$$k = \frac{8\pi \Lambda a}{9h^2}.$$

10. Introduction du potentiel φ , où

$$X = -\frac{e}{m} \frac{d\varphi}{dX}.$$

La force électromotrice

$$F = \frac{2\alpha}{3cm} \int_{T'}^{T''} \log \frac{N_{II}}{N_I} dT.$$

— **M. P. Zeeman** : *La réfraction double dans un champ magnétique à proximité de raies d'absorption magnétiquement décomposées*. Les expériences antérieures de l'auteur (*Rev. génér. des Sc.*, t. XIII, p. 732) ont démontré que la théorie magnéto-optique de M. Voigt (*Wiedem. Ann.*, t. LXVII, p. 359) rend compte de tous les phénomènes se présentant à la proximité des raies d'absorption. En faisant passer de la lumière à travers du sodium dans la direction normale aux lignes de force, on observe la réfraction double, prédite par la théorie de Voigt, qui doit se présenter dans les substances isotropes placées dans un champ magnétique et qui devient mesurable si l'on expérimente tout près d'une raie d'absorption. MM. Voigt et Wiechert examinent l'entourage des raies d'absorption d'une flamme contenant une quantité assez considérable de vapeur de sodium à l'aide d'un petit réseau. L'auteur a étendu cette recherche (*Rev. génér. des Sc.*, t. XIV, p. 840). Ici **M. Zeeman** communique les résultats obtenus par **M. J. Geest**, qui, à son tour, a poursuivi le même ordre d'idées. Comme le montrent les figures obtenues, ses résultats s'accordent avec la théorie. — Ensuite **M. Zeeman** présente la thèse de **M. J. Geest** : « De magne-

tische dubbelbreking van natriumdamp » (La réfraction double de la vapeur de sodium). — **M. J. D. van der Waals** présente au nom de **M. Ch. M. van Deventer** : *Le dégel de la glace flottante*. Problème : « On imagine un réservoir rempli jusqu'à une certaine hauteur d'eau, portant un morceau de glace de poids déterminé, à la température zéro. Quelle variation subira le niveau de l'eau dans le réservoir si la glace dégèle ? ». Solution : « Le niveau ne change pas du tout ». — **M. H. Kamerlingh Onnes** présente au nom de **M. J. E. Verschaffelt** : *Sur l'influence d'impuretés sur les phénomènes critiques de substances simples et l'explication des expériences de M. Teichner*. Conclusion : La con naissance de la conduite des mélanges de O² et de CO² montre que de très petites quantités de O² ajoutées à CO² (par exemple quelques millièmes de molécule) suffisent pour l'explication des variations de la densité de CO² observées par M. de Heen (*Rev. génér. des Sc.*, t. XII, p. 391). En supposant que la substance CCl⁴, dont s'est servi M. Teichner, contenait tout de même des quantités minimales d'autres substances, les expériences de M. Teichner, quoi qu'elles laissent moins à désirer que celles de M. de Heen, s'expliquent de la même manière. — **M. H. W. Bakhuys Roozeboom** présente : 1° au nom de **M. S. Tymstra, Bz.** : *La synthèse asymétrique de l'acide valérique optiquement actif par M. W. Markwald*; 2° au nom de **M. A. H. W. Aten** : *Le système pyridine et iode de méthyle*; 3° au nom de **M. J. J. Blanksma** : *Le trinitrovérolol*. — Ensuite, **M. Roozeboom** présente les thèses de **M. P. C. E. Meerum Terwogt** « Onderzoekingen over het stelsel bromium en jodium » (examen du système « brome-iode »), de **M. A. H. J. Belzer** : « Omzetting van tri-en tetrabroomphenolbromide in tetra-en pentabroomphenol » (transformation, etc.), de **M. H. W. R. Raken** : « Snelheidsbepalingen van de verspringing der nitrosogroep by aromatische nitrosamine » (Détermination de la vitesse du déplacement par saut du groupe nitrosé dans les nitrosamines aromatiques), de **M. J. F. Suyver** : « Onderzoekingen over omzetting tusschen stereoisomere trithioaldehyden » (Etude des transformations, etc.). — **M. A. F. Holleman** présente au nom de **M. J. Böeseken** : *La réaction de Friedel et Crafts*. Comme on le sait, la réaction indiquée ne se présente pas toujours de la même manière; quelquefois, des traces mêmes du catalyseur suffisent pour la préparation de grandes quantités du produit cherché; quelquefois, on a besoin pour réussir de quantités assez considérables. En second lieu, la réaction dépend de nombreuses circonstances, liées à une action secondaire du chlorure d'aluminium sur une des substances présentes ou à ces substances elles-mêmes. S'appuyant sur le grand nombre de synthèses de date postérieure à la découverte de la force catalytique du chlorure d'aluminium, l'auteur se propose de faire connaître la cause de cette conduite variable. Successivement, il considère cinq cas différents, où les actions secondaires ne se présentent pas. — **M. W. H. Julius** présente au nom de **M. E. Cohen** : Note nécrologique sur *Cornelis Adriaan Lobry de Bruyn*. — **M. J. M. van Bemmelen** présente : *Beiträge zur Kenntnis der Verwitterungsprodukte der Silikate in Ton-vulkanischen und Laterit-Boden*.

3° SCIENCES NATURELLES. — Rapport de **MM. J. M. van Bemmelen** et **G. van Diesen** sur une étude de **M. J. Lorie** : « *Beschrijving van eenige nieuwe grondboringen* » (Description de quelques nouveaux puits percés de sol). — **M. C. A. Pekelharing** présente : « *Voor drachten over weefselleer* » (Leçons d'histologie), première partie. — **M. S. Hoogewerf** présente le *Bulletin* n° 31 du Musée colonial de Harlem, contenant une étude de **M. E. L. Selleger** : « *Studien over Nederlandsch-Indische Vezelstoffen* » (Etudes de matières fibreuses des Indes Néerlandaises). **P. H. Schoute**.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

La somme des angles du triangle et les hyperspaces. — On a, dans le plan, une relation entre les angles d'un triangle. Rien de pareil n'a lieu dans l'espace à trois dimensions; mais, par contre, il existe une relation entre la somme des angles d'un triangle sphérique et la surface de ce triangle.

C'est dans ce domaine tout élémentaire que M. Poincaré a trouvé la matière d'une découverte nouvelle. Il a prouvé que la première des deux relations que nous venons de rappeler s'étend (moyennant l'intervention d'angles de différentes espèces) aux espaces à un nombre pair de dimensions, la seconde au cas où le nombre des dimensions est impair. Les deux propositions n'en font, à vrai dire, qu'une, la première dérivant de la seconde. C'est ainsi que le triangle plan peut être considéré comme cas limite d'un triangle sphérique (infiniment petit).

L'intérêt de ce double résultat ne réside, d'ailleurs, pas seulement dans une généralisation, passée inaperçue jusqu'ici, d'un théorème classique. La question que M. Poincaré a ainsi résolue s'est posée à lui dans l'extension aux hyperspaces de la théorie des groupes et des polygones fuchsien.

§ 2. — Physique du Globe

Théorie nouvelle des Séismes. — Dans le remarquable ouvrage que nous avons eu plus d'une fois l'occasion de mentionner dans cette chronique, M. Tammann consacre quelques réflexions aux transformations de la matière dans les conditions d'existence qui lui sont faites au sein d'un corps céleste dans lequel elle est soumise à une très forte pression.

Les recherches de M. Tammann lui ont montré des cas nombreux de changements de l'état cristallin sous pression, ou de cristallisation en partant de l'état amorphe, liquide ou non liquide. Une telle transformation se produit quelquefois sur la courbe d'équilibre, mais peut aussi subir un retard très considérable, lorsque les noyaux nécessaires au début d'une nouvelle cristallisation sont absents du milieu. On peut alors empiéter largement sur les conditions du changement dans l'état

cristallin sans que celui-ci se produise; mais, si les noyaux se forment, alors la transformation peut être très rapide et prendre le caractère d'une explosion.

Or, les conditions d'existence de la matière à une certaine profondeur au-dessous du sol se modifient peu à peu à mesure de l'abaissement de la température de notre globe, des infiltrations ou de la formation de combinaisons nouvelles. Telle matière qui, pendant de longues périodes, ne pouvait exister qu'à l'état amorphe peut donc arriver, à une autre époque, aux conditions normales d'un état cristallin déterminé. Si, en même temps, des noyaux de cristallisation se forment au sein de la matière, la transformation s'opère graduellement, et nous assistons, par le fait de la variation du volume spécifique qui en résulte, aux mouvements lents de la surface du sol. Mais, si la surfusion existe, ou si la courbe d'équilibre de deux états cristallins a été traversée, alors la transformation sera brusque, et se traduira par une forte secousse de tout le terrain environnant.

Aux faibles pressions, la règle générale est une contraction de la matière par la cristallisation. Mais à la profondeur où se produisent les centres des séismes, la pression est suffisante pour que l'inversion puisse avoir lieu pour un grand nombre de corps. Ce seraient d'excellentes conditions de surfusion, et les retards devraient dès lors être fréquents. Aux pressions existant aux grandes profondeurs, des variations peu considérables du volume devraient déclencher de fortes quantités d'énergie, ce qui expliquerait les effets parfois terrifiants des secousses souterraines.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Pendule en acier-nickel entretenu électriquement. — Les remarquables travaux de M. Ch.-Ed. Guillaume ont immédiatement mis en évidence l'intérêt considérable qu'il y aurait pour l'horlogerie à utiliser une matière dont la dilatation peut être nulle, en première approximation; s'appliquant à la correction de l'erreur secondaire de compensation des chronomètres, l'emploi judicieux des aciers au nickel dans la construction des balanciers a permis à M. Guillaume de résoudre le problème par un moyen très

simple, sans l'adjonction d'aucun système de compensation auxiliaire.

Deux problèmes distincts se posent, relativement aux chronomètres : il peut, tout d'abord, être désirable de transformer le chronomètre, qui est déjà un instrument de précision moyenne, en un instrument de précision instantanée; dans ce cas, il faut pouvoir rendre les oscillations parfaitement identiques. On sait qu'une telle préoccupation est ancienne chez les horlogers et qu'un grand nombre de « remontoirs d'égalité » ont été imaginés : jusqu'alors, la fusée bien taillée a paru suffire, et les remontoirs d'égalité, tous délicats et dépourvus de sécurité, ont été abandonnés. Cependant, reprenant cette étude, M. M. Brillouin¹ a pu montrer que les chronomètres de la Marine, même les plus précis, ont un très grave défaut, qu'exagèrent beaucoup des imperfections de construction à peu près inévitables : à savoir que l'amplitude du balancier varie constamment, dans des limites bien plus larges qu'on ne l'imagine d'ordinaire, et d'une façon apparente fort irrégulière, — de sorte que l'épreuve dite d'isochronisme, à ressort désarmé, est d'une interprétation très incertaine.

Ce sont ici les frottements des engrenages, les passages des dents, les tourillons, les erreurs dans les distances des centres, les excentricités de roues ou de pignons, les irrégularités individuelles des dents..., causes multiples qui viennent se combiner à l'infini pour donner les irrégularités si complexes, et puisque, malgré tous les soins, l'action individuelle de toutes les dents du rouage paraît impossible à éliminer, le seul moyen d'annuler les variations d'amplitude semble bien être l'emploi d'un remontoir d'égalité, du moins assez simple et précis.

Mais, par ailleurs, on peut se proposer de perfectionner le chronomètre en tant qu'instrument de précision moyenne. Or, lorsqu'un balancier compensateur de chronomètre a été réglé pour deux températures, il est soumis aux lois suivantes, énoncées en 1833 par le célèbre horloger anglais Dent :

1° Entre les deux températures pour lesquelles il a été réglé, le chronomètre avance ;

2° Au-dessus et au-dessous de ces températures, il retarde.

Ainsi, la marche du chronomètre, au lieu d'être représentée par une droite, l'est par une courbe de forme parabolique, coupant la droite théorique en deux points correspondant aux deux températures de réglage. Réduire l'erreur secondaire, ou l'écart entre le sommet de la parabole et la droite théorique, c'est-à-dire rapprocher l'arc parabolique de sa corde théorique, fut depuis longtemps l'objet d'efforts multiples et de procédés ingénieux, parfois compliqués, qui restèrent presque impuissants. Seul, le palladium eût pu fournir des spirales avantageux, si sa stabilité n'avait pas été très loin de celle de l'acier.

C'est par l'emploi de l'acier-nickel que M. Guillaume a pu vaincre cette difficulté considérable, et si, dès l'Exposition universelle de 1900, MM. Ditisheim et Nardin présentèrent déjà d'intéressantes applications, M. Ditisheim² a pu fournir, depuis lors, des résultats plus étendus, montrant bien le succès de cette tentative.

Nous ne pouvons ici citer tous les travaux de M. Guillaume sur les aciers au nickel, soit à peu près purs, soit à fortes doses de matières étrangères, sur leurs propriétés mécaniques, leurs transformations irréversibles, leur magnétisation, etc. En particulier, au sujet de l'acier-nickel peu dilatable, deux courants d'opinion se sont formés parmi les praticiens : les uns, frappés des avantages résultant de la faible dilatabilité de cet alliage, pensent que le champ de ses applications est illimité; d'autres, au contraire, plus timorés, s'attachant aux variations qu'il éprouve avec le temps,

estiment qu'il doit être complètement banni de tous les usages confinant aux mesures de précision.

Ces deux opinions sont également erronées : les changements d'état que le temps apporte dans ces alliages nécessitent une certaine prudence; mais, d'autre part, ce serait méconnaître singulièrement les inconvénients des dilatactions ordinaires que de renoncer à employer un alliage qui les évite presque complètement, pour cette seule raison que ses dimensions ne restent pas rigoureusement identiques dans le cours des années. D'ailleurs, dès aujourd'hui, les mesures sont suffisantes pour affirmer que, durant une dizaine d'années, la variation de longueur d'une tige d'invar ne dépassera guère le cent millième, et, d'autre part, cette variation s'est toujours montrée d'une régularité parfaite en fonction du temps : ainsi, par exemple, on n'a jamais pu constater un saut de l'ordre du demi-micron sur une barre de 1 mètre. Or une telle variation, agissant sur la tige d'un pendule libre battant la seconde, correspondrait à un écart de deux centièmes de seconde environ par jour, quantité extrêmement petite et qui pourrait encore, le cas échéant, être rapportée à bien d'autres causes perturbatrices.

Dans ces conditions, et puisque le succès a été obtenu presque complètement pour les chronomètres, il est pareillement indiqué de chercher à étendre cette application aux pendules simples, tels qu'ils sont employés dans les observatoires : l'expérience a montré immédiatement, entre les mains de M. Caspari, le bien fondé de cette tentative, et, sans que la compensation soit parfaite, on peut, du moins, obtenir du premier coup une marche très suffisante par un pendule d'invar. Ici, au reste, il ne sera pas avantageux de recourir à un acier-nickel à dilatation nulle, quant à son premier terme : on devra choisir, dans la variété des types, un alliage dont les deux premiers coefficients soient positifs, car, dans ce cas, on peut obtenir un maximum de compensation avec une masse de laiton.

Mais, si l'on entre dans cette voie, il n'y a pas de raison pour ne pas pousser le perfectionnement plus loin encore; et, se rappelant l'influence de la pression barométrique sur la marche d'un pendule, on doit chercher à obtenir un appareil situé dans un espace hermétiquement clos : or, jusqu'ici, les nécessités du remontage, des visites, ont empêché les observatoires de réaliser ce point très important, tandis que l'ingénieux dispositif de M. Lippmann pour l'entretien électrique du mouvement pendulaire conduit à la solution définitive de ce problème.

Tel est, répondant aux dernières exigences de la science, le pendule que M. Jean Mascart³ vient de faire exécuter par une de nos plus vieilles maisons d'horlogerie, la maison Henry-Lepaute. Le pendule est constitué par une tige d'invar avec, pour suspension, une lame de ressort; filetée vers son milieu, la tige porte une vis propre à achever le réglage; la masse du pendule est constituée par un cylindre de laiton pur couissant sur la tige et, pour éviter les rotations, une rainure intérieure laisse passer une goupille fixée dans la tige; la masse repose sur un écrou, vissé à la partie inférieure de la tige, et permettant le premier réglage; les aimants de M. Lippmann, en avant et en arrière, sont fixés sur la masse de façon que leur action se produise au centre de percussion, et la compensation de toutes les pièces est calculée en tenant compte des variations des moments d'inertie dues à la température.

La suspension à ressort, elle-même, peut être une difficulté pour les instruments de haute précision, à cause des glissements brusques entre parties d'inégales dilatabilités; mais l'invar lui-même, sans pouvoir constituer un très bon ressort, au sens généralement attribué à ce mot, peut être suffisant pour les déformations minuscules qu'ont à supporter les suspensions de pendules : en dehors d'une difficulté de travail

¹ M. BRILLOUIN : *Bulletin de la Société d'Encouragement*, mai 1899.
Société française de Physique, avril 1902.

³ CH.-ED. GUILLAUME : *Journal suisse d'Horlogerie*, 1902.
² C. R. de l'Ac. des Sc., 12 décembre 1904.

possible, nous ne voyons donc pas pourquoi on n'a pas cherché à réaliser en invar toute la suspension, ressort et encastrement. Au reste, l'expérience seule pourra trancher de l'utilité de cette modification et, pour l'instant, on peut toujours essayer un ressort et une pince de même métal, soit acier avec acier, soit bronze avec bronze.

Cependant, ce travail nous apprend aussi une chose assez curieuse : c'est qu'un tel instrument est déjà trop sensible pour être réglé provisoirement ; seule, l'installation définitive permet d'obtenir de bons résultats, et tant que le pendule n'est pas solidement encasté, il est impossible de le régler complètement.

On voit l'importance des questions soulevées et le progrès qui en peut résulter pour l'horlogerie de précision, d'autant plus que, par ce procédé, on peut diminuer le prix des pendules dans des proportions considérables ; ce dernier point lui-même est fort précieux, puisqu'il va permettre la multiplication des instruments de contrôle. M. J. Mascart se dispose à faire construire des pendules encore plus simples et plus économiques, remplissant toutes les conditions requises pour les observatoires : ce sera là un objet fort intéressant sur lequel nous aurons à revenir, lorsque les détails de marche auront été suivis plus longuement, pour en juger les bénéfices et les avantages.

Les Signaux de chemins de fer et le Block system automatique. — La question des *signaux de chemins de fer* devient de plus en plus difficile et importante par le fait de l'accroissement du nombre et de la vitesse des trains, et, pour satisfaire à ces difficultés croissantes, il a fallu singulièrement étendre et perfectionner, dans ces dernières années, les différents systèmes de signaux. Ces perfectionnements ne sont guère connus que des spécialistes, surtout lorsqu'il s'agit des appareils étrangers ; aussi convient-il de signaler tout particulièrement un très intéressant Mémoire que M. Siegler vient de publier, dans la dernière livraison des *Annales des Mines*, sur « le block system sur les lignes américaines ». Aux Etats-Unis, la cherté de la main-d'œuvre a conduit la plupart des Compagnies à adopter, pour les points les plus chargés de leurs lignes, des appareils de block system automatiques, c'est-à-dire fonctionnant sans l'intervention d'agents à poste fixe, et par le passage même des trains. Dès qu'un train entre dans une section de bloc, il met automatiquement à l'arrêt les signaux de cette section, qui restent à l'arrêt tant que le train reste dans cette section, et même un peu après qu'il en est sorti ; puis ils se remettent d'eux-mêmes en voie ouverte.

Ce block automatique est réalisé par une grande variété de systèmes, faisant tous appel à l'électricité, que le train lui-même commute et distribue automatiquement aux mécanismes des signaux qui le courent, et cette électricité agit soit directement comme puissance motrice unique, en actionnant ces mécanismes par des dynamos ou électro-aimants, soit par la commande de relais mettant en jeu des moteurs pneumatiques. Dans ce dernier cas, l'électricité ne commande directement que les petites valves de distribution de l'air comprimé à des appareils moteurs, situés au bas de chaque sémaphore ou groupe de signaux, et qui sont alimentés par une canalisation spéciale que dessert une station centrale de compression. Il en est ainsi dans le cas du système de Westinghouse, qui donne, en Amérique, pleine satisfaction, et est actuellement à l'essai, en Angleterre, sur le *London and South Western*, et à Paris, à la gare de l'Est. Il suffit d'un courant extrêmement faible, d'environ 0,025 ampère sous 10 volts, pour manœuvrer les valves à la fois délicates et très sûres de ces appareils. Dans le système dit « *electrogas* » de Hall, l'air comprimé est remplacé par de l'acide carbonique liquide éminemment gasiné dans des bouteilles en acier, disposées au bas des sémaphores, et dont le gaz est envoyé aux mécanismes des signaux par des distributeurs et détenters très ingénieux, que commande l'électri-

cité. Ces bouteilles, qui renferment 22 kilogs d'acide carbonique liquéfié sous une pression d'environ 150 atmosphères, peuvent suffire à environ 10.000 mouvements de leur signal, et elles dispensent de la canalisation d'air et de ses compresseurs. Ce système est actuellement à l'essai, en Angleterre, sur le *North Eastern Ry* ; il a aussi très bien fonctionné aux Etats-Unis.

Nous ne pouvons, pour les très intéressants détails de ces appareils, que renvoyer au Mémoire de M. Siegler ; il y a lieu d'insister seulement sur la sécurité remarquable du fonctionnement de ces signaux et blocs automatiques, dont le taux des ratés dangereux, c'est-à-dire ouvrant une voie à contretemps, ne dépasse guère le millionième, c'est-à-dire la proportion d'un pour un million de signaux exécutés. C'est un chiffre des plus rassurants pour l'avenir, assez prochain sans doute, où le bloc automatique s'imposera définitivement.

§ 4. — Physique

Sur les phénomènes présentés au sein des champs magnétiques par les solutions de matières colorantes. — En répétant les expériences de M. Raehlmann relatives à une influence des courants électriques sur les solutions de matières colorantes, M. G. Schendell⁴ vient de rechercher les phénomènes⁵ que présentent ces mêmes solutions vis-à-vis d'un champ magnétique constant.

Un aimant à pôles parallèles et distants de 9,5 millimètres recevait une excitation intense et constante par une batterie de plusieurs éléments de pile. Les solutions de matières colorantes, ayant été appliquées sur une plaque de verre, y ont été laissées pendant vingt-quatre heures ; on obtient alors un dépôt de la couleur en suspension par suite de la vaporisation, quand il n'y a pas de champ magnétique. Mais, quand ce dernier a été excité, on observe des phénomènes nettement différents, le dépôt cessant d'être uniforme. Les particules de matière colorante s'accablent dans la région de densité maximum du flux de force, d'où des branches hyperboloïdales partent vers les quatre angles des bords de paraffine encadrant la plaque de verre. Au voisinage non immédiat des pôles, on a observé une couche mince faiblement colorée, consistant essentiellement (surtout dans le cas des matières colorantes jaunes) en particules, et exécutant au sein de la solution des mouvements vibratoires rapides, caractéristiques de ces solutions de matières colorantes. Sous le microscope, on constata qu'aucune séparation des couleurs composantes n'avait eu lieu dans le cas des couleurs mixtes.

La couche faiblement colorée dont il vient d'être question ne s'accablent pas, chose étonnante, dans l'intervalle des pôles. C'est que les particules dont se compose cette couche semblent être suspendues dans le dissolvant en une distribution si fine que la concentration et la vaporisation de la solution auraient lieu avant que ces particules pussent se précipiter sur les pôles.

§ 5. — Électricité industrielle

La nouvelle lampe à incandescence électrique au tantale. — A une récente réunion de la Société des Electriciens de Berlin, M. M. von Bolton et Feuerlein ont fait une conférence sur la nouvelle lampe à incandescence au tantale construite par la Compagnie Siemens et Halske, de Berlin.

Les tentatives qu'on vient de faire dans ces dernières années pour réduire le prix de l'éclairage électrique, de façon à en faire un concurrent plus puissant de l'éclairage à incandescence par le gaz, ont donné lieu à la construction de lampes à incandescence électrique, présentant une consommation spécifique d'éner-

⁴ Voir *Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, n° 4, 1907.

gie tout particulièrement basse. Tous les essais tentés dans cette voie avec les lampes à filaments de carbone ont, toutefois, été infructueux. Il est vrai que la puissance lumineuse d'une lampe s'accroît en même temps que monte sa température; mais les filaments de carbone, brûlant à 3,5 watts par bougie, ne supportent un accroissement de température au delà de la normale (1.700° C.) que pendant un temps très court, après quoi le filament est réduit en poudre, l'ampoule se noircit et la lampe est rapidement détruite.

On fut ainsi amené à rechercher d'autres substances capables de supporter un accroissement de température sans être endommagées. Après une série approfondie de recherches préliminaires, M. von Bolton, ingénieur de la maison Siemens et Halske, vient de trouver une matière pareille dans le tantale, métal difficilement fusible et dont le point de fusion est supérieur à celui du platine (vers 2.000° C.).

Le tantale est fort répandu dans la Nature, et c'est en grandes quantités qu'on le retire des minerais de tantalite et de colombite d'Australie, d'Amérique, de Norvège et de Suède. Après avoir subi différents processus de purification, cette substance est fondue dans le vide et étirée en filaments-tiges de 0^{mm},05 ou 0^{mm},035 de diamètre. Le filament, destiné à brûler dans le vide, est étendu en zigzag sur un cadre qu'on soude debout dans une ampoule de lampe à incandescence ordinaire. A la partie supérieure de cette dernière se trouve une étoile de 11 bras de fil de nickel et en bas une autre étoile de 12 bras, rigidement reliées l'une à l'autre par une tige de verre.

Les lampes à tantale présentent une consommation d'énergie de 1,5 watts par bougie; on les prépare en trois types de 16 bougies et 110 volts, 25 bougies et 110 volts, 32 bougies et 220 volts respectivement. La durée de ces lampes est de mille heures en moyenne, alors que leur durée utile varie entre quatre cents et six cents heures.

Cette nouvelle lampe est moins sensible au point de vue des fluctuations de voltage que les lampes à filaments de carbone. D'autre part, elle est d'un aspect très beau en brûlant; sa lumière est d'une teinte éclatante et douce à l'œil, et, comme elle brûle dans toute position voulue, elle se prête éminemment aux éclairages décoratifs, d'autant plus qu'elle est fort résistante aux vibrations.

§ 6. — Physiologie

La mort d'une grenouille célèbre. — Les physiologistes apprendront avec intérêt la nouvelle de la mort de la grenouille décérébrée de l'Université Cornell¹. Le Dr Wilber, directeur du Département de Physiologie de cette Université, avait prétendu que, chez les animaux, le cerveau est le siège de la conscience et de la volition. Pour prouver sa théorie, il choisit en 1899 une grenouille verte et lui enleva les deux hémisphères cérébraux. L'opération eut lieu avec succès et la blessure guérit rapidement. La grenouille décérébrée fut placée dans un grand vase ouvert, où elle resta pendant cinq ans, jusqu'à sa mort survenue récemment.

Pendant toute cette période, l'animal ne montra jamais les signes de la moindre initiative; ses seuls mouvements étaient très légers et attribuables à la fatigue musculaire, comme ceux d'une personne endormie. Les yeux, les nerfs et les lobes optiques du cerveau n'étaient pas endommagés, et la grenouille pouvait évidemment voir, mais sans comprendre. La nourriture la plus attrayante placée devant elle n'était absolument pas perçue, et elle dut être nourrie, chaque jour de sa vie sans cerveau, par un assistant qui lui ouvrait la bouche et, avec un forceps, poussait une bouchée de viande fraîche ou de poisson assez profondément dans le gosier pour exciter le mécanisme réflexe de la déglutition.

Lorsqu'on la touchait, elle se mouvait ou sautait; placée dans l'eau, elle nageait jusqu'à ce qu'elle eût atteint quelque support; retournée sur le dos, elle se redressait rapidement et vigoureusement; mais elle ne s'est jamais déplacée de son propre mouvement.

L'animal a servi à démontrer à plusieurs classes successives de Physiologie les fonctions du cerveau, dont il avait été privé, ainsi que les fonctions des autres parties de l'encéphale qu'il avait conservées. Il fut exposé au Congrès de l'Association physiologique américaine à Washington, et il retint pendant longtemps l'attention des physiologistes.

§ 7. — Sciences médicales

Le « déjà vu ». — Un individu est témoin d'une scène quelconque; aussitôt il a l'impression que, dans un passé plus ou moins lointain, il a déjà assisté à la même scène dans des conditions identiques. On a donné à ce phénomène, signalé par Wigan, en 1844, le nom de « déjà vu » ou de « fausse reconnaissance ». MM. Dugas, Arnaud, Leroy, P. Janet, Grasset, etc., en ont rapporté des exemples et proposé diverses interprétations¹.

M. Gilbert Ballet en a signalé un nouveau cas (Société de Neurologie de Paris, 30 décembre 1904). Il s'agit d'une femme qui, en entrant dans une pièce, avant d'avoir eu le temps d'examiner les personnes et les choses en détail, affirme immédiatement reconnaître certaines d'entre elles. Le même phénomène se produit également pour la parole: outre le « déjà vu », il existe aussi un « déjà entendu ». Selon M. G. Ballet, ce phénomène coexiste avec un état de psychasthénie. Il ne s'agit pas d'une exagération de la mémoire, mais bien d'un état d'insuffisance cérébrale. MM. Dugas et P. Janet rattachent le « déjà vu » aux sentiments d'« incomplétude » qui accompagnent les états psychasthéniques; il semble bien, en effet, qu'on ait affaire à un trouble de la perception plutôt qu'à un trouble de la mémoire.

Migraine ophtalmique. — On donne le nom de *migraine ophtalmique* à une variété de migraine qui s'accompagne de troubles oculaires variés. Parmi ceux-ci, le plus connu a reçu le nom de *scotome scintillant*: le malade, au cours de l'accès migraineux, éprouve une impression lumineuse singulière; il voit une sorte de zig-zag brillant, parfois multicolore, dont la présence est souvent très pénible. D'autres fois, les phénomènes oculaires se manifestent par une simple *photophobie*, ou par une chute de la paupière; dans des cas plus graves, il se produit une paralysie des muscles moteurs de l'œil, qui, d'abord transitoire, peut devenir permanente: c'est la *migraine ophtalmoplégique*. On observe également de l'*hémianopsie*: le sujet ne voit qu'une moitié des objets qui sont devant lui.

Ce n'est pas tout. Les grandes crises de migraines peuvent s'accompagner d'autres phénomènes nerveux, tels que le vertige, les nausées, une difficulté de la parole, et même des phénomènes paralytiques des membres.

Tous ces symptômes ont, depuis longtemps, attiré l'attention des neurologistes, et l'on admet actuellement qu'ils sont liés à un trouble circulatoire passager de la région encéphalique. Ils rappellent, en effet, ceux que l'on observe à la suite de lésions durables de l'appareil vasculaire de l'encéphale. Il arrive même que, chez certains migraineux, les accidents en question, qui, au début, ne se produisent qu'au moment des crises, tendent à devenir permanents.

M. Henry Meige (Congrès des médecins aliénistes et neurologistes, Pau, 1904) a montré qu'il existe des ressemblances cliniques entre certains migraineux et les sujets qui sont atteints de cette variété d'hémi-

¹ *British Medical Journal*, n° 2201, p. 284.

¹ Voir à ce sujet la *Revue* du 15 mars 1904, t. XV, p. 221-222.

plégie à laquelle M. Brissaud a donné le nom d'*hémiplegie progressive*.

Les crises de migraine s'accompagnent généralement de troubles circulatoires de la face; on a décrit des *migraines rouges* et des *migraines blanches*, suivant qu'on observait de la vaso-dilatation ou de la vaso-constriction dans le territoire facial. M. Henry Meije a rapporté un cas où une moitié de la face présentait un œdème au cours d'une crise migraineuse; d'où le nom d'*hémiface succulente*.

Il a signalé également l'existence d'un mouvement convulsif des paupières qui peut être interprété comme un tic de clignement consécutif à la photophobie.

Les migraineux présentent aussi parfois des troubles psychiques au moment de l'accès; on a même prétendu qu'il existait une *psychose migraineuse*. Si l'autonomie de cette psychopathie est contestable, il est certain cependant que les migraineux sont particulièrement sujets aux crises d'anxiété accompagnées ou non d'anxiété.

La transmission du parasite de la malaria à travers le placenta. — M. le Dr Grabham¹ a fait des recherches personnelles qui lui permettent d'affirmer, contrairement à l'opinion de Dinstl, Schramm, Duchek, Playfair, que l'hématozoaire du paludisme ne traverse pas le placenta. Voici comment il est arrivé à cette conviction: il a prélevé du sang chez quatre femmes enceintes entrées à l'hôpital de la Jamaïque pour accoucher. Toutes les quatre présentaient tous les signes du paludisme, et, chez elles, les parasites étaient extrêmement nombreux. Aussitôt après l'accouchement, il fit des préparations avec le sang des nouveau-nés, et, dans aucun cas, il ne trouva de parasites; de plus, il prit la température des petits enfants plusieurs fois par jour, et il ne trouva jamais le moindre écart. Il faudrait donc conclure, d'après ces expériences, que le paludisme n'est pas transmissible de la mère au fœtus, et que, si certains auteurs ont trouvé des hématozoaires dans le sang des nouveau-nés, ou bien il y a eu une hémorragie du placenta qui a servi de porte d'entrée, ou bien, ce qui est plus vraisemblable, ces petits êtres ont été eux-mêmes piqués par des moustiques.

§ 8. — Géographie et Colonisation

Les chemins de fer transpyrénéens². — Il y a vingt ans que la question des chemins de fer transpyrénéens fait l'objet de multiples et laborieuses négociations entre les Gouvernements espagnol et français. Nous entrons aujourd'hui dans une phase nouvelle: le 18 août 1904, a été signée une Convention qui va être soumise prochainement à la ratification des Chambres. Trois transpyrénéens seront construits: Ax-les-Thermes-Ripoll; Oloron-Zuera; Saint-Girons-Sort-Lérida. Les deux premiers devront être terminés dans un délai de dix ans, à dater de la ratification de la Convention; le même délai est fixé pour le troisième, à partir de l'achèvement du chemin de fer espagnol de Lérida à Sort. Les dépenses prévues pour la France seront de 28 millions de francs pour la première ligne, de 34 millions pour la deuxième et de 27 millions pour la troisième.

Les difficultés techniques de toute sorte ne manqueront pas, non seulement pour la construction des tracés et le percement des tunnels, mais encore en ce qui concerne la traction, surtout si l'on veut vraiment construire des lignes internationales. Il est à peu près sûr qu'il faudra avoir recours en partie à la traction électrique; or, la « houille blanche » est très dispersée dans les Pyrénées, et ce serait un mauvais calcul de l'enlever aux entreprises locales pour la concentrer et la mettre à la disposition des voies ferrées.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce côté de la question, qui est plutôt affaire de millions, mais ne saurait être insurmontable après les expériences faites au cours des grandes percées des Alpes. Il sera toujours temps d'y revenir quand les travaux seront commencés. Le point de vue économique nous paraît aujourd'hui le plus important à examiner. Sans doute, nos relations seront facilitées avec Barcelone et la riche région de la Catalogne, avec la vallée de l'Ebre, sans que, cependant, le gain de temps sur les lignes excentriques existantes soit bien considérable. On peut également prévoir l'établissement d'une voie de grande communication entre la France et l'Algérie, par Carthagène et Oran, et, là encore, faudrait-il commencer par faciliter la traversée du plateau espagnol lui-même. Mais, comme le fait remarquer avec beaucoup de compétence M. Henri Lorin, les relations commerciales transpyrénéennes valent actuellement peu de chose, le mouvement des voyageurs est peu développé; de côté et d'autre, la douane a diminué son personnel, simplifié ses services. C'est que la voie espagnole est plus large que la voie française, qui est celle du continent européen, la Russie exceptée, et les frais de transbordement viennent s'ajouter aux droits de douane, très élevés dans chacun des deux pays. Aussi bien, est-ce sur mer que passe la plus grande partie du commerce extérieur de l'Espagne, bénéficiant encore en plus, de cette manière, d'une grosse économie de frais de transport. Il ne faut pas oublier également que les minerais et les métaux bruts, qui entrent pour une large part dans les exportations espagnoles, emprunteront toujours de préférence la voie maritime. Pour toutes ces raisons, ne vaudrait-il pas mieux commencer par développer les relations franco-espagnoles en abaissant des tarifs douaniers presque prohibitifs, afin de permettre aux vins et aux fruits espagnols de s'échanger contre nos produits manufacturés, à cette heure particulièrement favorable où notre voisine est en train d'outiller son industrie en pleine voie de transformation? Ne serait-il pas préférable que l'Espagne assurât la continuité de la circulation, soit par l'introduction d'un système d'essieux interchangeables, permettant aux wagons de passer sans grande perte de temps sur des voies de largeur différente, soit en doublant sa voie unique d'une voie nouvelle à écartement normal, soit enfin en se prêtant mieux à la circulation de trains rapides à destination de Carthagène et de Cadix? Le réseau espagnol a, d'ailleurs, tant de perfectionnements à recevoir avant que les Pyrénées soient percées utilement! La présence en France du Massif central et celle des Monts Universaux en Espagne feront que les meilleures voies entre les deux pays seront toujours celles qui tourneront ces hautes terres, et c'est précisément le cas des voies existantes.

P. Clerget,
Professeur à l'École de Commerce de Loecle.

§ 9. — Enseignement

Création à la Faculté de Médecine de Lyon d'un enseignement spécial pour les candidats à l'École de Santé militaire. — La Faculté de Médecine de Lyon vient de prendre une initiative qui force l'attention et qui, selon le tempérament de chacun, appelle la louange ou le blâme. Elle vient de décider la création d'un enseignement payant, comprenant des cours spéciaux, des interrogations, des corrections de compositions, à l'usage des candidats à l'École de Santé militaire de Lyon. Des professeurs, soucieux du bien général du pays, inséparable de la prospérité de la Faculté de Médecine lyonnaise, ne craignent pas d'ajouter à la tâche déjà lourde de leur enseignement magistral des charges nouvelles, et quelles charges! Ils consentent à descendre du haut de leur chaire professorale, à interroger, à « coller » les étudiants, dont ils emporteront chez eux les devoirs pour les corriger. Il est bien entendu que le paiement des étudiants n'est là que pour prouver que tout travail

¹ *British medical Journal*, 1904, n° 2266, p. 1312.
² *Questions diplomatiques et coloniales* des 1^{er} novembre et 16 décembre 1904, 1^{er} janvier 1905.

mérite un salaire ; il est certain que les étudiants de Lyon n'acquitteront jamais la dette de reconnaissance contractée envers leurs maîtres répétiteurs. Convaincue de la pureté de ses intentions, la Faculté de Lyon n'a pas hésité à faire, dans les autres villes et universités, la réclame nécessaire, en priant notamment les doyens des Facultés de Médecine de répandre des programmes spéciaux.

Tels sont les faits. Si l'on cherche maintenant à se mettre dans l'état d'esprit qui animait les fondateurs de cette institution nouvelle, on ne peut émettre à cet égard que deux hypothèses, dont l'une, d'ailleurs, doit être immédiatement écartée. On ne peut croire, en effet, un seul instant, connaissant, d'une part, l'excellent esprit des professeurs de la Faculté de Lyon, et constant, d'autre part, la franchise avec laquelle a été faite, pour l'institution nouvelle, la publicité nécessaire, que cet enseignement a été créé dans un but de concurrence. C'est, en effet, à n'en pas douter, un principe admis par tous les universitaires de France, que la concurrence entre les Facultés d'Universités différentes ne peut s'exercer que sur le terrain de la valeur des maîtres et de l'enseignement, ainsi que de l'outillage plus ou moins perfectionné des cliniques et des laboratoires, mais qu'une Faculté doit se refuser tous les autres moyens, même légaux, de triompher sur des voisins qui ne sont point des rivaux. Les Universités régionales, créées pour répondre à des besoins régionaux, ont d'abord une sphère d'action régionale, une zone d'attraction matériellement délimitée ; une autre zone d'attraction, dont les limites sont indéfinies, s'étend au delà des frontières des provinces, de celles du pays même, et n'a, dans le monde entier, d'autres bornes que celles du renom des savants de l'Université. La personnalité régionale d'une Université ne saurait dégénérer en une rivalité régionale. Les Universités ne peuvent que rivaliser de science.

Ayant écarté l'inadmissible hypothèse de la concurrence, il ne reste plus qu'à supposer que la Faculté de Médecine de Lyon a cru prendre une heureuse initiative, avec la pensée, avec l'espoir qu'elle serait bientôt suivie par les autres Facultés. L'institution d'un enseignement spécial, destiné aux candidats à l'École de Santé militaire, deviendrait ainsi générale. C'est contre la généralisation de la mesure et contre l'initiative qui en aurait été le point de départ que je tiens à m'élever. Toute concurrence devenant nulle par la généralisation de l'institution, la question ne se pose plus sur le terrain de l'utilité pratique que chaque Faculté pourrait en retirer. C'est la question théorique de principe qu'il faut envisager. Les principes qui doivent régir la vie des Universités sont-ils favorables ou défavorables à l'établissement d'un enseignement de cette nature ?

Ce qui, croyons-nous, caractérisait jusqu'ici l'enseignement supérieur des Universités, celui notamment des Facultés de Médecine, c'est qu'il était libre de toute réglementation étrangère, c'est aussi qu'il se suffisait à lui-même et que ses activités étaient adéquates à ses besoins propres. A présent, une Faculté de Médecine ne se contentera plus d'affirmer sa personnalité en formant un docteur selon son cœur et son esprit ; elle devra, abdiquant d'autre part cette personnalité, façonner un étudiant suivant un modèle conçu en dehors d'elle. Après les temps héroïques où l'Université tenait tête aux Pouvoirs publics, nous connaissons ceux où, la docilité lui venant avec l'âge, elle s'assujettira aux règles multiples et variées des administrations étrangères, et, simple rouage administratif, ne connaîtra plus que des exigences d'emprunt. Après la préparation à l'École militaire, nous aurons aussi, organisée dans toutes les Facultés, la préparation à l'École navale, et nous serons prêts à préparer à toute candidature médicale spéciale qui pourra surgir, à la médecine des chemins de fer, si les chemins de fer

sont un jour rachetés par l'Etat. Cette soumission à des finalités variées, concrétées dans des programmes administratifs, est-elle le fait de l'enseignement supérieur ? Evidemment non. Ce serait même se faire une idée inexacte de la situation faite alors aux Facultés de Médecine que de la comparer à celle des Lycées préparant aux Ecoles du Gouvernement. La préparation aux Ecoles spéciales, assurée par l'enseignement secondaire, est, en effet, le couronnement de l'œuvre scolaire des lycées et une sorte de prolongement post-scolaire. Ici, il en est tout autrement ; c'est, en pleine scolarité médicale, un rétrécissement du programme moral que s'est formé la Faculté.

Je suis amené par là à exprimer ma pensée sur la nature du programme d'admission à l'École de Santé militaire. Je ne sais dans quelles conditions et avec quels concours le programme a été élaboré ; mais il paraît l'avoir été sans le moindre souci des actes universitaires légaux et deux reproches principaux peuvent lui être adressés. On doit d'abord pratiquement lui reprocher d'être inadéquat à l'état actuel de la scolarité médicale, puisqu'il extrait du programme normal anatomique et physiologique des deux premières années de Médecine des matières que le professeur de Faculté a le devoir de traiter en deux années et non l'obligation d'enseigner en une seule. On peut formuler, en outre, contre ce programme un grief moral, plus sérieux peut-être encore. Une des principales dispositions, en effet, que ce programme contient, c'est qu'il n'est tenu aucun compte au candidat de sa scolarité, et que, quelle que soit quantitativement et qualitativement cette scolarité, les meilleurs étudiants de 4^e année et les pires étudiants de 1^{re} année sont traités sur le même pied de candidature ; les élèves sont considérés « quel que soit le nombre réel de leurs inscriptions ». Que l'École de Santé maintienne, pour les matières non comprises dans l'enseignement des Facultés, toutes les obligations qu'elle voudra ; mais elle a intérêt à tenir compte de l'instruction médicale, à ne pas considérer comme neuf un candidat qui a fait ses preuves devant une Faculté, et comme nul l'enseignement donné par cette Faculté.

La mesure prise par la Faculté de Lyon, si elle se généralisait, me paraîtrait avoir, enfin, un résultat moral très fâcheux. L'Université, en effet, dont la mission est d'élargir les idées, de multiplier les points de vue, de mener l'étudiant au doctorat par des voies et moyens qui se ressemblent, mais ne doivent pas se répéter et qui peuvent différer selon le tempérament de chaque Faculté et de chacun, l'Université, par le procédé de la répétition uniforme pour tous, du « serinage », coulera dans un même moule toute une catégorie d'étudiants. Je ne veux pas examiner si c'est là une bonne opération, mais je prétends que ce n'est pas le rôle de l'Université. Il n'est malheureusement pas nécessaire à un professeur de Faculté d'avoir beaucoup vieilli dans le métier pour constater les fâcheux changements qui se sont opérés dans l'esprit des étudiants au cours de ces quinze ou vingt dernières années : l'abandon de l'initiative individuelle, étouffée sous le poids d'un programme scientifique de plus en plus lourd et accepté tel quel sans discussion ; les progrès accomplis, il est vrai, par l'instruction médicale en raison des conquêtes scientifiques et des perfectionnements de l'enseignement, mais aussi le recul de la vraie éducation médicale, véritablement biologique, profondément civique, qui doit former un bon médecin et un bon citoyen.

Je trouve donc, en résumé, très regrettable, pour les raisons qui viennent d'être exposées, la mesure prise par la Faculté de Médecine de Lyon, et j'en trouverais l'extension plus regrettable encore.

A. Prenant,
Professeur à la Faculté de Médecine
de l'Université de Nancy.

LA MICROPHOTOGRAPHIE EN LUMIÈRE ULTRAVIOLETTE¹

La théorie élémentaire de l'objectif microscopique est basée sur les propriétés des rayons lumineux. On examine si tous les rayons émanés d'un point quelconque de l'objet se réunissent dans le point conjugué de l'image. L'image du plan visé serait, d'après cette théorie, parfaitement semblable au modèle, si toutes les aberrations dont s'occupe l'Optique géométrique étaient corrigées avec une exactitude suffisante. Abstraction faite de la valeur didactique que cette théorie possède pour le débutant, il est certain que, dans bien des cas, elle explique ce que l'on voit dans le microscope ou dans les autres instruments optiques. Mais, dès qu'il s'agit de la reproduction microscopique des détails les plus délicats, elle entre en contradiction avec les faits. La Physique nous donne l'explication de cette contradiction. Elle montre que les rayons lumineux considérés par l'Optique géométrique n'ont pas d'existence réelle et nous enseigne que la propagation de la lumière se fait d'une manière analogue à celle du son dans l'air ou des ondes sur l'eau. Tant que les dimensions à reproduire par le microscope sont d'un ordre de grandeur supérieur aux longueurs d'onde intéressées, les résultats que fournit la théorie élémentaire concordent sensiblement avec les faits observés; mais, dès que cette condition n'est plus réalisée, la formation des images microscopiques devient un phénomène de diffraction soumis aux lois des mouvements ondulatoires.

I

Une théorie du microscope basée sur la diffraction a été donnée, presque en même temps, par Helmholtz pour des points lumineux et par Abbe pour des objets éclairés.

Sans entrer dans les détails de ces recherches, nous rappellerons seulement ici le résultat le plus important auquel elles ont conduit : les images formées par le microscope cessent d'être semblables aux objets dès que les dimensions de la structure examinée sont du même ordre de grandeur que la longueur d'onde. Quand cette limite est atteinte, l'image de l'objet — s'il est encore permis d'employer ce terme d'image — n'est plus, comme avant, un simple agrandissement de la projection de l'objet sur le plan visé, mais plutôt une sorte de schéma reproduisant, avec une fidélité plus ou moins grande, la disposition générale des éléments de structure. Ce schéma lui-même disparaît, d'ail-

leurs, — du moins lorsque les éléments de structure se répètent périodiquement, — quand la dimension de chaque élément est inférieure à la moitié de la longueur d'onde intéressée. Cette valeur peut être considérée comme la limite du pouvoir résolvant.

La reproduction schématique de particules isolées atteint, il est vrai, comme l'a montré M. Siedentopf, des dimensions beaucoup plus petites. Mais la méthode de M. Siedentopf ne s'applique qu'à la classe déterminée d'objets que nous venons d'indiquer et, même pour ces objets (comme pour tous les autres), la reproduction semblable ou conforme ne peut être poussée au delà des limites actuellement acquises qu'à la condition d'employer une longueur d'onde plus petite.

La longueur d'onde λ de la lumière est reliée au nombre de vibrations N et à la vitesse de propagation V par l'équation :

$$\lambda = \frac{V}{N},$$

qui fait voir que, pour diminuer la longueur d'onde, il faut diminuer la vitesse et augmenter le nombre de vibrations.

L'observation microscopique se fait presque toujours à la lumière blanche, dont les rayons les plus actifs, les rayons vert-clair du spectre, font 545 billions de vibrations par seconde. Si l'on se borne à l'emploi de la lumière blanche, N est donné et il ne reste disponible, pour la diminution de λ , que le premier des deux moyens indiqués : la diminution de la vitesse de propagation V . Pour réaliser ce moyen, on immerge la préparation dans un milieu pour lequel la vitesse V est petite ou, ce qui revient exactement au même, l'indice de réfraction est élevé. Afin que ce procédé produise tout l'effet qu'il est susceptible de donner, le médium réfringent choisi doit remplir tout l'espace compris, d'une part, entre la surface supérieure du condensateur et l'objet, et, d'autre part, entre cet objet et la frontale du microscope. Les objectifs à immersion réalisent ce procédé. L'augmentation du pouvoir résolvant qu'ils procurent est mesurée par leur ouverture numérique (l'ouverture numérique est le produit obtenu en multipliant l'indice du liquide d'immersion par le sinus du demi-angle d'ouverture).

Les objectifs à immersion les plus répandus, les systèmes à immersion homogène, ont une ouverture numérique égale à 1,30-1,40, c'est-à-dire que leur pouvoir résolvant dépasse celui d'un système à

¹ Communication présentée à l'Assemblée des naturalistes allemands réunis à Breslau.

sec idéal, ayant une ouverture de 180° , de 30 à 40 %. L'immersion au monobromure de naphthalène, calculée par Abbe, donne même une augmentation de 60 %; mais cette augmentation n'a pu être mise complètement à profit dans la pratique, parce que la majeure partie des préparations ne supportent pas l'immersion dans le monobromure de naphthalène. En outre, tout progrès ultérieur dans cette voie semble impossible, car on ne connaît pas de milieu à indice sensiblement plus élevé qui puisse être utilement employé pour l'inclusion des préparations.

Mais on peut, sans recourir à un liquide particulièrement réfringent, obtenir un pouvoir résolvant plus grand en utilisant le second moyen indiqué : l'augmentation du nombre de vibrations. Il n'y a qu'à employer, au lieu de la lumière blanche, des rayons à oscillations plus rapides, les rayons bleus ou violets, par exemple.

C'est, si je ne me trompe, Amici qui, le premier, a fait res-

sortir l'avantage que le bleu et le violet offrent à cet égard, et, depuis lors, on a, à plusieurs reprises, utilisé ces couleurs pour la résolution des détails

les plus fins. La sensibilité et l'acuité visuelle de la rétine étant petites pour ces teintes, il a fallu, en général, recourir à la microphotographie pour tirer parti des avantages qu'elles offrent. C'est dans la

voie indiquée par ces recherches que j'ai fait un pas de plus en m'adressant à la lumière ultraviolette, dont les longueurs d'onde sont encore bien plus courtes que celles des deux couleurs employées jusqu'à présent. Cette lumière n'impressionne plus du tout la rétine et c'est encore la photographie qui supplée à l'insuffisance de notre œil.

II

L'application de la lumière ultraviolette aux recherches micrographiques exige : un appareil d'éclairage et une optique spéciale pour le microscope, un instrument capable de faire voir les images, invisibles par elles-mêmes, et une chambre de microphotographie. Cette dernière ne diffère pas sensiblement des modèles courants. Les figures 1 à 4 re-



Fig. 1. — Microscope et chambre sur le dessus de table pendant la pose (env. $\frac{1}{3}$ grand. nat.). — S_1 , vis servant à maintenir le socle du microscope; P , prisme à réflexion, en cristal de roche, pour renvoyer le faisceau horizontal de lumière incidente sur l'axe du microscope; S_p , miroir plan pour observer l'image de l'étincelle sur la plaque de verre d'urane; D , porte-diaphragme, recevant le verre d'urane, écarté hors de l'axe. La signification des autres lettres est donnée au bas de la figure 2.

instruments et le dispositif des expériences⁴.

⁴ Une installation complète comprenant tous ces instru-

J'emploie comme source lumineuse un courant d'étincelles électriques, éclatant entre deux électrodes de cadmium ou de magnésium. Les étincelles sont fournies par une bouteille de Leyde alimentée par une bobine d'induction. La lumière émanant de cette source est décomposée par un appareil spectral composé de lentilles et de prismes en cristal de roche. Les radiations de $275 \mu\mu$ (ou $280 \mu\mu$ pour le magnésium), qui seules doivent servir, sont séparées des autres par un diaphragme-iris. Ce diaphragme forme la pupille d'incidence d'un condensateur en quartz, qui remplace le condensateur usuel en verre et amène un cône de lumière plus ou moins ouvert sur la préparation.

Celle-ci est renfermée entre une lame porte-objet en quartz ou en verre UV (verre spécial laissant passer les rayons ultraviolets) et une lamelle couvre-objet en quartz fondu. Comme liquide d'inclusion, on peut employer l'eau, une solution physiologique de sel de cuisine, de la glycérine, un mélange de glycérine et d'alcool ou de l'huile de vaseline. Le baume de Canada et les résines analogues doivent être rejetés à cause de leur transparence insuffisante.

Les objectifs sont calculés d'après une formule toute nouvelle créée par M. von Rohr. Il n'y entre qu'une seule substance : le quartz fondu, et ils ne sont corrigés que par rapport

aux aberrations de sphéricité et du sinus. La correction des aberrations chromatiques n'est pas néces-

saire parce que la lumière employée est monochromatique. Après plusieurs essais, nous nous sommes arrêté à la construction de trois objectifs, désignés, comme les apochromatiques, par leur distance focale et leur ouverture numérique. Ces objectifs, que nous

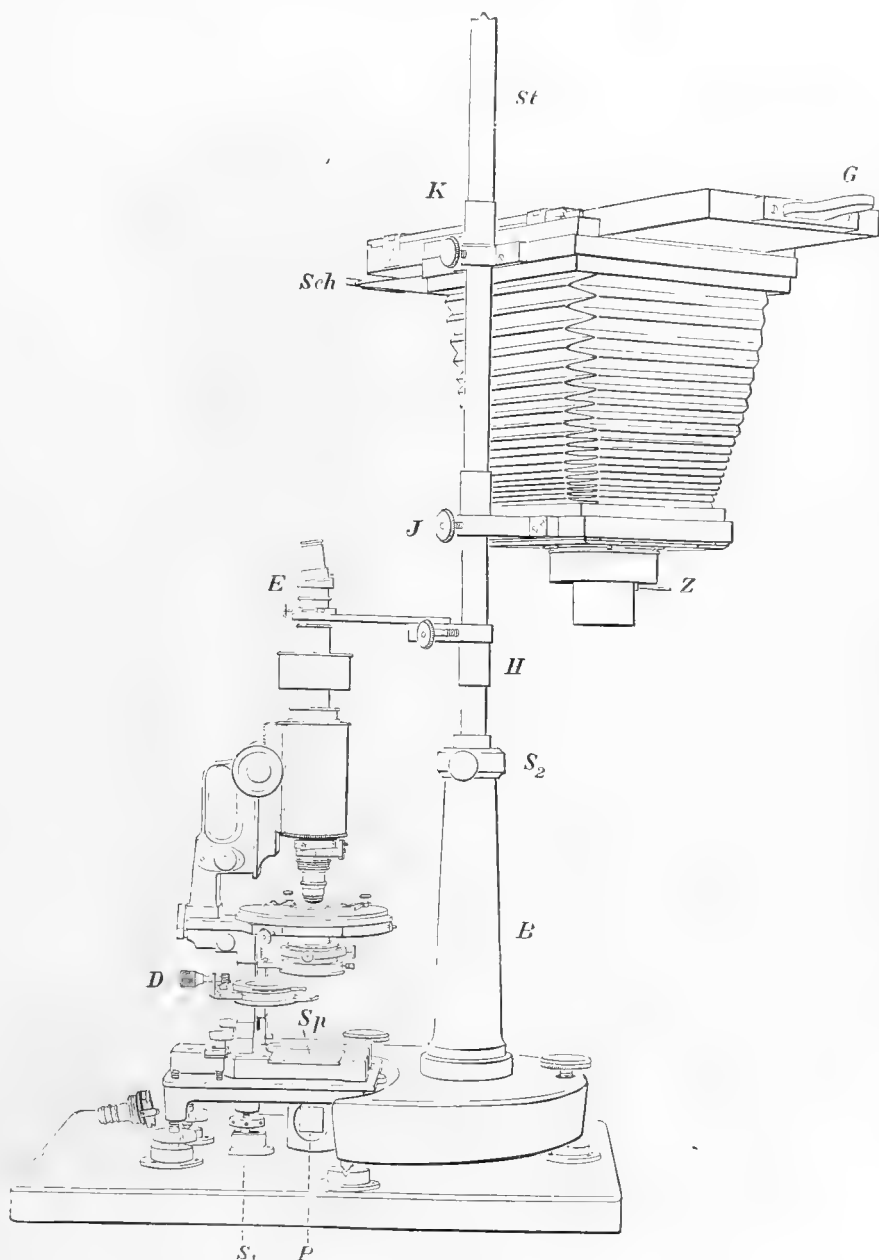


Fig. 2. — Microscope et chambre sur le dessus de table pendant l'examen et la mise au point (env. $\frac{1}{8}$ grand. nat.). — B, pied de la chambre verticale; S_2 , vis servant à immobiliser la tige tournante divisée St; H, support mobile pour le chercheur E; J et K, supports mobiles pour la chambre; Z obturateur pour la pose; Sch, rideau du châssis à coulisse, ouvert; G, poignée du cadre mobile recevant les plaques. Les autres lettres ont la même signification que dans la figure 1.

appelons monochromatiques, sont les suivants :

Distance focale, 6^{mm} ;	ouverture numérique, 0,35
— 2,5	— 0,85
— 1,7	— 1,25

ments, a été exposée par la maison Zeiss au Congrès de Breslau.

Les deux derniers sont des immersions. Comme liquide d'immersion, on emploie un mélange de glycérine chimiquement pure et d'eau, dont l'indice est sensiblement égal à celui du quartz fondu.

Ces objectifs monochromatiques devant servir avec une lumière dont la longueur d'onde ne mesure que la moitié de celle de la lumière blanche, leur pouvoir résolvant correspond à celui d'objectifs ordinaires possédant une ouverture numérique double, c'est-à-dire égale à 0,7, 1,7 et 2,5. Ces chiffres caractérisent le pouvoir résolvant des monochromatiques, comme l'ouverture numérique caracté-

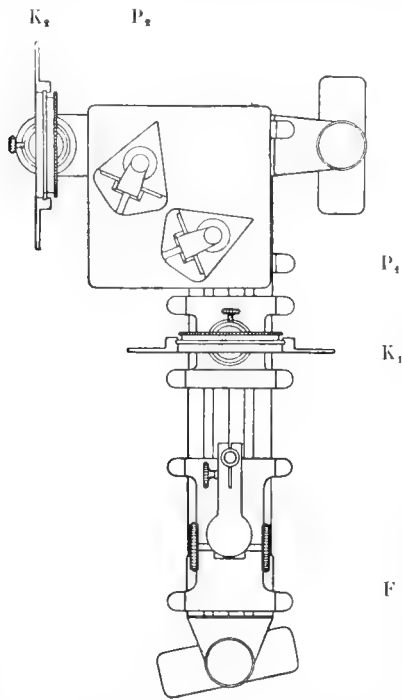


Fig. 3. — Appareil d'éclairage pour la lumière ultraviolette avec le dessus de table vu d'en haut ($\frac{1}{5}$ grand. nat.). — F, excitateur; K₁, collimateur; P₁ et P₂, prismes en cristal de roche séparant les radiations de longueur d'onde différente qui émanent de la source lumineuse F; K₂, collecteur réunissant les rayons de même longueur d'onde pour former une image de l'étincelle. Après être sortis du collecteur, les rayons de la longueur d'onde voulue viennent tomber sur le prisme à réflexion P (fig. 1), qui les renvoie sur le condensateur du microscope. La disposition générale des appareils est indiquée par la figure 4.

tériser celui des objectifs employés en lumière blanche. Je proposerai de les appeler l'ouverture relative des monochromatiques.

Si nous comparons le plus puissant des monochromatiques avec un objectif à sec idéal, comme nous l'avons déjà fait pour les immersions, nous constatons une augmentation du pouvoir résolvant de 150 %, contre 30 à 40 % que donnaient les immersions ordinaires.

Les lentilles des oculaires sont en cristal de roche. Leurs grossissements (calculés d'après la

définition d'Abbe), qui servent aussi leur désignation, sont : 5, 7, 10, 14 et 20.

Pour l'observation et pour la mise au point de l'image, j'ai construit un instrument auxiliaire, que j'appelle le chercheur. C'est, pour ainsi dire, un œil artificiel, sensible à la lumière ultraviolette. Son appareil optique est en cristal de roche, sa rétine en verre fluorescent. L'image projetée sur la rétine est examinée au moyen d'une loupe puissante. Cet œil artificiel est presbyte; l'hypermétropie est d'environ trois dioptries. Si, par conséquent, l'image est nette sur la plaque fluorescente, elle le sera également sur le verre dépoli de la chambre, à la condition que le tirage mesure environ 30 centimètres. Des différences de quelques centimètres n'ont pas d'importance. Il est, d'ailleurs, inutile de faire varier le tirage au delà de ces limites, les cinq oculaires mettant un nombre suffisant de grossissements à la disposition de l'opérateur.

La ligne du magnésium $\lambda = 280 \mu\mu$ convient le mieux pour les observations oculaires avec le chercheur. Les recherches de M. Pflüger ont encore confirmé dernièrement qu'elle dépasse en intensité, dans la région ultraviolette, toutes les autres lignes des sources lumineuses connues. Pour la photographie, on préférera la ligne du cadmium $\lambda = 275 \mu\mu$, dont la radiation est plus homogène. Les objectifs n'étant pas corrigés pour les aberrations chromatiques, la ligne du cadmium donne des images plus nettes. Les plaques employées sont des plaques ordinaires non orthochromatiques.

III

L'examen définitif des détails délicats n'est possible qu'au moyen de la photographie; la supériorité des plaques photographiques sur les plaques fluorescentes se manifeste aussi clairement ici que pour les recherches spectrales dans l'ultraviolet. Dès mes premières recherches, je reconnus que la lumière ultraviolette non seulement procure une augmentation du pouvoir résolvant impossible à réaliser par tout autre moyen, mais donne, en outre, un second avantage, inattendu à première vue. De nombreuses substances comme, par exemple, la chromatine des noyaux, les cellules durcies (« verhornt » devenues cornées) de l'épiderme, les fibres du cristallin, sont presque opaques pour les rayons ultraviolets. Ceux-ci produisent donc à eux seuls des différenciations qu'on ne pouvait, jusqu'à présent, mettre en évidence qu'au moyen de la coloration artificielle des tissus fixés. Parmi les tissus des plantes, la cuticule, le liège et les membranes lignifiées accusent une opacité semblable.

Les rayons à courte longueur d'onde peuvent, par conséquent, rendre des services, même pour les

recherches que l'augmentation du pouvoir résolvant n'intéresserait pas. L'objectif monochromatique le plus faible, dont le pouvoir résolvant n'atteint pas celui des systèmes à sec puissants, est destiné à des travaux de ce genre.

Il y a plus. L'éclairage ultraviolet peut conduire à des résultats intéressants lorsqu'on observe tout simplement avec des objectifs ordinaires, car certaines parties des tissus émettent, quand on les éclaire avec la lumière ultraviolette, une fluorescence si intense qu'elles peuvent, grâce à ce rayon-

que dans ces derniers temps que je l'ai examinée de plus près, et alors il m'a semblé que sa couleur pouvait servir à distinguer différentes parties des tissus. La lumière fluorescente des membranes cellulaires du bois a une belle teinte bleue; la cuticule émettait, dans un cas, une lumière blanche, dans un autre, une lumière jaune. Dans ce dernier cas, elle était, d'ailleurs, colorée en jaune.

En outre, il est connu que la lumière ultraviolette peut exercer des actions physiologiques énergiques. Notre appareil peut fort bien être employé

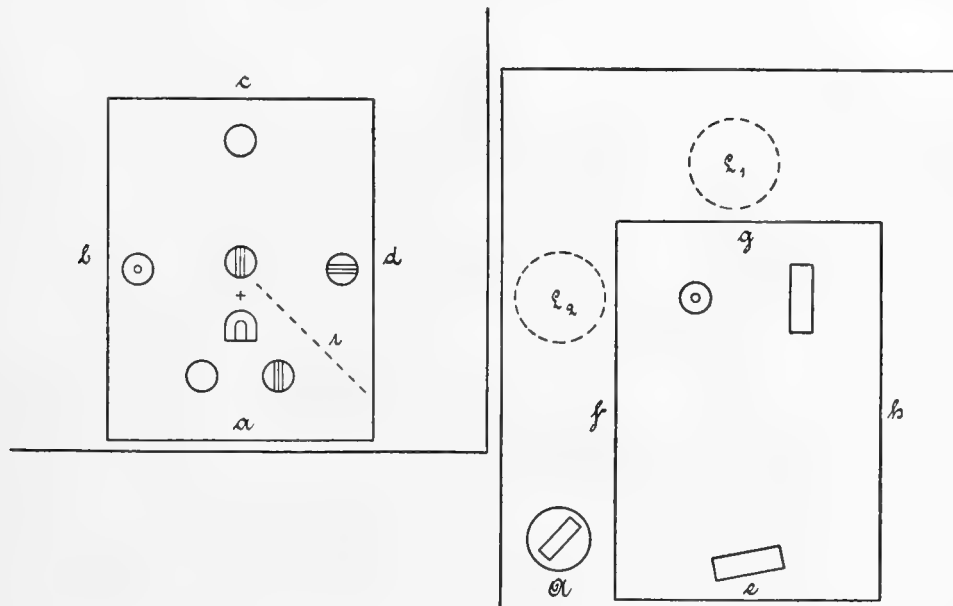


Fig. 4. — Schéma indiquant la disposition des appareils ($\frac{1}{10}$ grand. nat.). — *abcd*, dessus de table pour le microscope et la chambre, avec les cales sur lesquelles reposent les vis calantes du socle et de la chambre. Il se pose sur une table de la hauteur habituelle; *efgh*, dessus de table pour l'appareil d'éclairage avec les cales de ses vis calantes. Il se pose sur une table ou une armoire, de 23 centimètres moins haute que la première. Si l'on veut examiner la préparation avec un objectif achromatique, on l'éclaire avec une lampe (à incandescence par exemple) placée en L_1 ou L_2 . Si la lampe est placée en L_1 , ses rayons sont partiellement réfléchis sur la dernière surface du prisme P_2 (fig. 3), traversent le collecteur K_2 et parviennent au condensateur du microscope, après avoir été une seconde fois réfléchis sur le prisme P (fig. 1). Si la lampe est placée en L_2 , sa lumière tombe directement sur le prisme P . Dans ce cas, la lampe, cela va sans dire, doit être éloignée, lorsqu'on travaille avec la lumière ultraviolette; *i*, écran fluorescent qui sert pour faciliter l'orientation dans le spectre de l'étincelle lorsqu'on met l'appareil en place.

nement, être examinées avec des objectifs (à sec, puissants) ordinaires, sans le secours d'une autre source lumineuse. Cette fluorescence impressionne même si fortement l'œil que j'ai dû chercher des moyens d'en atténuer l'effet dans le chercheur. Sur la plaque photographique, son action disparaît, il est vrai, à côté de l'action bien plus énergique de l'ultraviolet.

Dans mes premières recherches, cette fluorescence n'était pour moi qu'un effet parasite dont il s'agissait de combattre les effets nuisibles; ce n'est

à leur étude, comme le montre le Mémoire que M. Hertel a dernièrement publié.

Les rayons à courte longueur d'onde nous offrent donc plus d'un moyen de pénétrer plus avant dans l'étude de la structure si compliquée de la matière organisée : invisibles à l'œil humain, ils semblent appelés à seconder nos sens dans les régions où notre œil nous refuse son service accoutumé.

A. Köhler,

Docteur ès Sciences (Iéna).

L'HUMUS ET L'ALIMENTATION CARBONÉE DE LA CELLULE VÉGÉTALE

PREMIÈRE PARTIE : LA THÉORIE DE LIEBIG

A mesure que les idées progressent dans les sciences, il est utile de jeter sur elles un coup d'œil rétrospectif, et de mesurer le chemin parcouru en en marquant les étapes. Ce genre d'étude est assez délicat, parce qu'il faut, avant tout, être juste; mais l'impartialité est une qualité difficile à satisfaire lorsqu'on se propose, avec nos connaissances actuelles, de juger les travaux de nos devanciers; il faudrait pouvoir pénétrer leur mentalité et faire table rase des faits acquis jusqu'à nos jours pour apprécier à leur juste valeur les idées qu'ils professaient sur les grandes questions qui les préoccupaient. Souvent, ils ont négligé bien des faits d'où sont sorties de grandes découvertes, pour accorder une importance exagérée à d'autres, complètement tombés dans l'oubli. On n'a pas le droit de s'en étonner; ce sont les conditions du progrès qui veulent que sa marche s'effectue par bonds irréguliers, et les lois qui ont gouverné le passé règlent le présent et dominant l'avenir. A ce titre, l'histoire des idées dans une branche quelconque de nos connaissances ne se réduit pas à une simple compilation des faits; elle repose sur la critique des méthodes scientifiques, et elle est, par cela même, féconde en enseignements variés.

Cette conclusion se dégage à un haut degré de l'examen des théories qui ont eu cours sur la nutrition de la cellule vivante; ce sont quelques-unes de ces théories que je me propose de résumer brièvement dans cette *Revue*.

Dans cet ordre d'idées, les progrès ont été lents; on peut même ajouter qu'ils ont été souvent négatifs, c'est-à-dire que les conquêtes réalisées ont consisté à se débarrasser des considérations et des théories abstraites qui encombraient la route et paralysaient les esprits. Lorsqu'on parcourt les ouvrages des auteurs de la fin du XVIII^e siècle et du commencement du XIX^e, on a l'impression qu'ils parlaient avec assurance et ne doutaient point de l'exactitude de leurs déductions; mais leurs conclusions ne reposaient pas toujours sur l'observation expérimentale; leur science était toute de spéculation, si bien que les théories dans lesquelles ils se complaisaient n'ont pas survécu à l'application d'une méthode d'investigation rationnelle: celle que Lavoisier a introduite dans la Chimie.

La lutte s'est engagée tout d'abord sur le terrain de la nutrition végétale. Il est facile de concevoir

qu'il n'en pouvait être autrement, car l'Agriculture, la plus ancienne de toutes les sciences appliquées, avait conquis ses méthodes variées par des observations séculaires. Le premier qui s'est avisé de les dogmatiser ne pouvait faire autrement que de traduire ce qui tombe directement sous les sens.

I. — THÉORIE DE L'HUMUS ET THÉORIE MINÉRALE

Il est de toute évidence que, plus on enrichit le sol en fumier, plus les récoltes sont abondantes. Rien de plus logique, en apparence, que d'en conclure que le végétal puise dans le sol les substances qui se rapprochent le plus de celles qui le constituent, c'est-à-dire les matières organiques apportées par le fumier ou par les débris végétaux et les résidus animaux qui reviennent directement à la terre, et qui y forment l'humus. Les végétaux prennent à l'humus tout ce qui est nécessaire à leur alimentation, comme les herbivores empruntent aux végétaux les substances toutes faites dont ils forment leurs tissus, comme enfin les carnivores se procurent leurs aliments en s'adressant aux herbivores.

Rien ne semblait mieux établi que cette dépendance étroite et harmonieuse des deux règnes végétal et animal: non seulement le sol établissait entre eux un trait d'union nécessaire, mais l'atmosphère elle-même constituait pour eux un lien aussi indispensable; cette dernière proposition découlait directement de la célèbre expérience de Priestley. On sait, en effet, que le savant anglais a montré que l'air dans lequel on fait séjourner un animal devient bientôt impropre à l'entretien de la vie, s'il n'est pas renouvelé; mais si, dans l'air rendu irrespirable, on place pendant quelque temps une plante verte exposée à la lumière, l'animal peut y vivre de nouveau: la plante purifie l'air vicié par l'animal.

Les esprits les plus éclairés du commencement du XIX^e siècle partageaient ces conceptions; les théoriciens comme de Saussure, et les praticiens comme Thaër et Mathieu de Dombasle les appuyaient de toute leur autorité, et ils en concluaient que la production et l'utilisation du fumier doivent dominer toute l'agriculture et jouer dans l'économie rurale le rôle d'un axiome fondamental et intangible. Ils n'ignoraient pas, cependant, que les

végétaux renferment une petite quantité d'éléments minéraux; mais leur présence, si elle n'est pas toujours accidentelle, ne peut être considérée comme utile qu'autant qu'ils stimulent l'assimilation des matières organiques. Dans aucun cas, ils ne conseillaient la restitution méthodique de ces composés que les récoltes enlèvent régulièrement à la terre.

Aussi, la surprise fut grande quand Liebig annonça, en 1840, dans sa Chimie organique appliquée à la Physiologie végétale, que l'humus est impropre à la nutrition végétale, que le fumier ne vaut que par les cendres qu'il renferme, et que la fertilité du sol dépend surtout de la qualité et de la quantité de matières minérales qu'il peut céder à la plante.

Cette opinion avait déjà été formulée par Bernard Palissy, mais elle était demeurée sans écho; Lavoisier lui-même avait écrit cette phrase significative, comme introduction à des considérations sur les trois règnes minéral, végétal et animal : « Les végétaux puisent dans l'air qui les environne, dans l'eau et, en général, dans le règne minéral, les matériaux nécessaires à leur organisation ». Mais cette pièce, découverte par Dumas dans les papiers du grand savant, n'a vu le jour qu'en 1860; la mort prématurée de Lavoisier ne lui avait pas permis de développer ses idées et de les faire fructifier. Ce n'est qu'après un demi-siècle d'attente qu'elles furent vérifiées par l'expérience.

La théorie de Liebig se présentait donc comme une nouveauté; mais, pour nier ainsi le rôle universellement incontesté de l'humus, Liebig devait avoir des raisons sérieuses, et, puisqu'il n'admettait pas cette origine de la matière organique des végétaux, il fallait bien qu'il en indiquât une autre source; il ne suffit pas de détruire une théorie : il faut la remplacer.

Liebig avait prévu tout cela; l'humus ne peut fournir son carbone à la plante parce qu'il est à peu près insoluble dans l'eau; en déterminant son coefficient de solubilité, on peut prévoir que la quantité d'eau nécessaire pour fournir à la plante, à l'état d'humus soluble, tout le carbone qu'elle emmagasine dans l'année, est bien supérieure à celle qui tombe annuellement en un lieu donné. De plus, si l'on admet que la matière organique est indispensable à la nutrition végétale, il faut en conclure que les premiers végétaux qui ont fait leur apparition à la surface du globe ont dû trouver une provision d'humus toute préparée qui ne pouvait provenir que d'une végétation antérieure, de sorte que le raisonnement aboutit ainsi à un cercle vicieux¹.

La source du carbone des végétaux est donc ailleurs; elle est dans l'acide carbonique de l'air. Bonnet, Ingushouz et Sénebier avaient montré que les plantes pourvues de chlorophylle décomposent l'acide carbonique à la lumière et mettent de l'oxygène en liberté. De Saussure avait établi, de plus, qu'un végétal qui décompose l'acide carbonique augmente de poids; il retient donc quelque chose; c'est d'abord le carbone; mais l'augmentation de poids est supérieure au poids du carbone de l'acide carbonique; il faut donc admettre que ce carbone s'unit aux éléments de l'eau pour donner le ligneux, les sucres et l'amidon, qui, d'après les analyses de Payen, doivent être précisément considérés comme des combinaisons de carbone et d'eau. La plante renferme encore bien d'autres substances qui ne contiennent que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène; tels sont les acides, le tanin, etc... On voit donc que la presque totalité des substances végétales ne renferment que les éléments de l'acide carbonique et de l'eau; il suffit alors de montrer que ces deux corps existent en assez grande abondance pour faire face aux besoins de la végétation. Pour l'eau, la question ne se pose pas; mais il n'en est pas de même de l'acide carbonique; des analyses nombreuses de l'atmosphère avaient établi que la quantité d'acide carbonique libre dépasse tout ce que l'on pouvait prévoir. D'ailleurs, la respiration des animaux, les combustions, les putréfactions, les fermentations déversent incessamment dans l'air l'acide carbonique que les végétaux lui empruntent, de sorte qu'il est impossible de constater l'appauvrissement de l'air en gaz carbonique.

L'humus agit pourtant sur la végétation, et d'une façon très efficace; son action ne saurait échapper à l'observateur le moins prévenu; il a donc un rôle à remplir; Liebig ne contestait pas son influence heureuse; mais, pour lui, il intervient seulement par l'acide carbonique qu'il peut fournir à la plante. Les phénomènes de combustions, de putréfactions, de fermentations, qui se produisent dans le sol et qui portent sur l'humus, s'accompagnent toujours d'une absorption d'oxygène et d'un dégagement d'acide carbonique. Cet acide carbonique est absorbé par les racines; il arrive donc dans les tissus verts de la plante, où il est décomposé de la même façon que celui qui vient de l'atmosphère; la portion qui échappe aux racines se dégage dans l'air, où elle se trouve en contact avec les feuilles. Plus le sol est riche en humus, plus la production de gaz carbonique est abondante, et plus le végétal absorbe de carbone. Si l'on active la combustion de l'humus en facilitant par les labours la pénétration de l'oxygène dans le sol, on en observera immédiatement les effets sur la végétation, qui devient plus vigoureuse. Liebig avait donc une réponse à tout.

¹ Liebig rééditait dans cet argument la conclusion d'un Mémoire de Brongniart à l'Académie des Sciences (1828).

Ce n'est pas tout : les plantes renferment aussi de l'azote ; ce corps se rencontre dans tous leurs organes sous forme d'albumine ou de gluten. L'azote constitue les $\frac{4}{5}$ du volume de l'atmosphère ; mais l'azote gazeux n'est pas assimilable, car on a constaté que les végétaux verts exhalent de l'azote en même temps que de l'eau à la lumière ; l'azote dissous dans l'eau n'est donc pas absorbé ; et, comme on a établi que les plantes peuvent se développer et augmenter de poids sur du charbon de bois arrosé avec de l'eau distillée, il faut admettre qu'elles trouvent dans l'atmosphère un composé azoté qu'elles peuvent utiliser. Ce corps n'est autre que l'ammoniaque, qui est toujours présente dans l'atmosphère, où elle se forme pendant les orages sous l'influence des étincelles électriques ; on en trouve dans les eaux de pluie, dans l'eau de neige. On sait, d'ailleurs, que l'ammoniaque a une action très marquée sur le développement des plantes ; les fumiers qui en fournissent le plus sont les plus efficaces ; le purin en renferme beaucoup, et c'est pour cela que les agronomes soigneux l'utilisent avec soin.

En résumé, d'après Liebig, la plante tire tous ses éléments organiques de l'acide carbonique de l'eau, et de l'ammoniaque ou des nitrates dont on a reconnu également l'utilité ; quant aux cendres qui sont nécessaires aussi, elles viennent des substances minérales du sol ou de celles que renferme le fumier. L'alimentation végétale est donc exclusivement minérale.

On verra plus loin ce qu'il y a de trop absolu dans cette déduction ; pour le moment, il suffit de faire remarquer combien les idées de Liebig étaient en opposition avec l'opinion universellement adoptée, et combien était grande la révolution qu'elles présageaient au point de vue agronomique.

Elles suscitèrent des contradictions violentes, et, comme il arrive toujours en pareil cas, les arguments qu'on leur opposait relevaient surtout de la spéculation ; mais Liebig se complaisait dans la lutte, et, après une discussion aussi passionnée que stérile, on en vint aux expériences qui, seules, peuvent conduire à des résultats. Les savants se divisèrent en deux camps : d'un côté, les chimistes qui, avec Liebig, prétendaient que la Chimie doit aspirer à résoudre les phénomènes de la vie parce qu'ils sont régis par les mêmes lois que tous les phénomènes cosmiques ; de l'autre, les agronomes et les physiologistes qui, à cette époque, professaient tous des idées vitalistes.

Les physiologistes, comme de Saussure, avaient déjà étudié l'influence des éléments minéraux sur la végétation ; les résultats obtenus, intéressants à certains égards, ne plaidaient pas toujours en faveur des déductions de Liebig ; mais, comme le

faisait justement remarquer ce dernier, il ne faut pas demander à l'étude d'un malade des renseignements sur les lois de la nutrition chez une personne bien portante : une expérience ne peut fournir de résultat probant si l'on n'a pas déterminé exactement les éléments indispensables au développement de la plante. Il s'agit donc de trouver, avant tout, un milieu de constitution telle que le végétal puisse y prospérer. Sous la vigoureuse impulsion de Liebig, les recherches sur la nutrition minérale des végétaux, à l'aide de solutions nutritives ou de sable calciné additionné de substances minérales, prirent un essor magnifique. Les résultats confirmèrent pleinement les prévisions de Liebig, et c'est de cette époque que date la véritable science agricole ; l'emploi des engrais minéraux se généralisa en quelques années, et l'agriculture, affranchie des pratiques empiriques qui l'auraient conduite à la ruine, connut désormais une prospérité qui ne peut être compromise que par les accidents météorologiques.

La Chimie, suivant les prévisions de Liebig, a donc imposé ses règles à l'Agronomie ; rien ne semblait désormais capable de modifier les résultats obtenus ou de s'opposer à la marche progressive de nos connaissances sur la nutrition végétale ; et pourtant les physiologistes ne tardèrent pas à jeter une note discordante dans l'harmonieux accord qui régnait entre les chimistes et les agronomes. Les physiologistes n'ont, d'ailleurs, jamais partagé toutes les vues des chimistes ; mais, comme la rivalité d'écoles ne nuit pas au progrès des idées, on ne doit pas désirer chez les savants une parfaite communauté d'opinions.

L'interprétation de l'origine de l'acide carbonique exhalé par les plantes fut le point de départ de la nouvelle discussion. Pour les chimistes, représentés surtout par J. Dumas et Boussingault, la plante est exclusivement un organisme de réduction et de synthèse : elle absorbe du carbone, dégage de l'oxygène, et construit des substances organiques ; l'animal, au contraire, est un organisme de combustion et d'analyse : il absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique ; il détruit la matière organique. L'acide carbonique exhalé par les plantes provient du sol, et filtre comme l'eau et l'azote à travers le végétal.

Les physiologistes, avec Claude Bernard, n'admettaient pas cette interprétation. La plante exposée à la lumière décompose l'acide carbonique et dégage de l'oxygène ; mais ce phénomène est la résultante de deux actions inverses : la combustion respiratoire et la fonction chlorophyllienne. Si on met la plante à l'abri de la lumière, le premier seul subsiste, et, dans ces conditions, il faut admettre que la plante respire comme l'animal,

c'est-à-dire absorbe de l'oxygène et dégage du CO_2 , à un moment quelconque de son existence, et non pas, comme l'admettaient Dumas et Boussingault, pendant la germination ou la fructification. Claude Bernard a, d'ailleurs, réussi à mettre en évidence le phénomène de la respiration chez les plantes exposées à la lumière en les anesthésiant par les vapeurs d'éther; l'éther suspend l'assimilation chlorophyllienne, mais respecte la fonction respiratoire. Il n'y a donc pas lieu d'opposer le végétal à l'animal d'une manière absolue: il y a un grand nombre de phénomènes communs aux végétaux et aux animaux; en particulier, on peut dire que toutes les cellules vivantes respirent dans les conditions normales de leur existence.

II. — NUTRITION DES MICROBES.

Si la conclusion que je viens de formuler s'est dégagée avec tant de difficulté de l'étude de la nutrition des végétaux supérieurs, c'est parce que l'on ignorait complètement le mécanisme des combustions, des fermentations et des putréfactions dont le sol est le siège. A l'époque où Liebig publiait sa *Chimie organique appliquée à l'agriculture*, l'existence des infiniment petits n'avait pas encore attiré l'attention des savants; on les confondait tous sous le nom d'infusoires et de vibrions; on savait qu'ils peuplaient de préférence les infusions organiques, mais on ne les considérait pas comme les agents des transformations chimiques qui surviennent dans les liquides en fermentation. C'étaient des êtres inférieurs, qui naissaient spontanément dans les liquides en putréfaction, à la faveur des changements qui s'y produisaient. Quant à la véritable cause des fermentations, elle résidait, d'après Liebig, dans la propriété que possèdent les substances organiques en décomposition de communiquer autour d'elles, à des substances de même nature, les mouvements dont elles sont animées. Cette interprétation, qui était déjà celle de Willis et de Stahl, repose exclusivement sur des apparences. Il est assez curieux de voir un esprit comme Liebig, après avoir montré combien les apparences sont vaines à propos de la théorie de l'humus, tomber dans le défaut qu'il reprochait à ses adversaires, sur une question tout à fait voisine.

Lorsqu'on introduit une certaine quantité d'un liquide en fermentation, en d'autres termes un peu de levain, dans un liquide de même nature, on voit bientôt celui-ci entrer à son tour en fermentation; le mouvement de décomposition qui existait dans le levain se communique à la masse, mais le résultat final n'est pas constant: le levain pris à une fermentation donnée peut provoquer une autre fermentation, qui aboutit à une transforma-

tion différente de la première. Avec un levain emprunté à une fermentation alcoolique, on peut, par exemple, obtenir une fermentation lactique.

Cagnard-Latour, Schwann et Helmholtz avaient attribué la fermentation alcoolique au développement d'un organisme vivant que l'on peut voir au microscope; ils avaient même observé, chez ce végétal microscopique, la multiplication par bourgeonnement. La fermentation est donc la conséquence du développement d'un être vivant et doit, par conséquent, être considérée comme un acte vital.

Cette conclusion n'était pas faite pour embarrasser Liebig: si la levure a une action quelconque sur la fermentation, ce n'est pas à sa vie qu'il faut l'attribuer, mais bien à sa mort; le ferment mort entre en putréfaction et le mouvement de décomposition se communique au sucre; le ferment qui se décompose perd du poids: c'est pour cela qu'il y a, en général, moins de ferment à la fin de la fermentation qu'au commencement; mais, si le liquide est riche en gluten, il fermente plus énergiquement, et, comme le gluten se précipite sous forme de globules de levure, on trouve plus de poids de levure à la fin qu'au début.

Tel était l'état de la question au moment où Pasteur a abordé l'étude des fermentations. Dans un premier Mémoire, il étudie la fermentation lactique et formule les conclusions suivantes, qui constituent la base de la Microbiologie:

1° La fermentation lactique est la conséquence du développement d'un ferment vivant;

2° Cette fermentation peut être transportée d'un milieu dans un autre au moyen d'une goutte de liquide aussi faible que l'on veut;

3° On obtient toujours la même fermentation lorsque le microscope montre que la semence est homogène;

4° La fermentation lactique doit être considérée comme une action vitale produite par un ferment spécifique; la matière fermentescible est son aliment.

Cette notion de spécificité appliquée à la levure devait conduire Pasteur à préparer des semences de levures pures; et, comme une quantité de semence aussi faible que l'on veut provoque toujours dans ces conditions la même fermentation, il suffira d'introduire une quantité impondérable de ferment dans un milieu dépourvu de gluten pour renverser la théorie de Liebig, si le ferment se multiplie.

La levure renferme des cendres; il faut donc lui fournir des aliments minéraux, ses propres cendres; elle renferme aussi de l'azote; on le lui offrira sous forme de tartrate d'ammoniaque; et, comme c'est le sucre qui est la matière ferment-

tescible, il faut le considérer comme le principal aliment de la levure.

La liqueur ainsi préparée, ensemencée avec une trace de levure, a fermenté, et, à la fin de l'expérience, il y avait un poids de levure trois ou quatre fois supérieur à celui de la semence.

La levure s'est donc multipliée dans un milieu minéral ne renfermant que du sucre, et la fermentation alcoolique doit être considérée comme un acte vital et non comme un phénomène corrélatif de la décomposition du ferment introduit.

Les premières recherches de Pasteur orientaient donc la science vers une nouvelle voie, puisqu'elles établissaient que les fermentations doivent être attribuées à des organismes spécifiques. Les phénomènes désignés sous le nom de combustions ou de putréfactions doivent être rapportés aux mêmes causes; c'est ce que les élèves ou les disciples de Pasteur ne tardèrent pas à démontrer.

Ce qui nous intéresse dans cet exposé, c'est d'abord ce fait que ce sont les microbes qui président à la destruction de la matière organique du sol; j'aurai bientôt l'occasion de rappeler ce résultat; c'est ensuite la propriété des matières fermentescibles d'être des aliments pour les ferments. On sait que ceux-ci se développent de préférence dans les liquides qui renferment des substances organiques; il semble donc que la nutrition des microbes ne saurait être assimilée à la nutrition des végétaux supérieurs.

Mais les résultats de Pasteur nous montrent encore qu'il ne faut pas se hâter de formuler des conclusions absolues. Nous avons vu, en effet, la levure se multiplier dans une solution minérale aux dépens du sucre; le sucre est indispensable, car c'est lui qui apporte à la levure l'énergie nécessaire pour édifier ses tissus; la plante verte ne procède pas autrement quand elle utilise le sucre élaboré par les chlorocrites; la plante verte est un parasite direct, si l'on peut s'exprimer ainsi, du grain de chlorophylle; la levure en est un parasite indirect; la théorie minérale de Liebig trouve ainsi une nouvelle confirmation.

Raulin en a donné une autre encore, plus éclatante, avec le *Sterigmatozystis nigra*; ce champignon peut non seulement se développer sur un milieu minéral additionné de sucre, mais il le préfère à toutes les solutions organiques; si, de plus, on fait remarquer que tous les champignons que l'on a cultivés jusqu'ici sur des milieux artificiels peuvent proliférer également sur des solutions minérales sucrées, on est en droit de se demander s'il n'est pas possible de généraliser ces résultats.

On a observé, en effet, le développement de bactéries dans les solutions minérales ne renfermant que du sucre, ou même un acide organique comme

l'acide lactique, les acides tartrique, malique, citrique, etc. Les ferments nitreux et nitriques isolés par Winogradsky sont encore moins exigeants: ils empruntent leur carbone à l'acide carbonique, comme les plantes à chlorophylle, mais pas suivant le même mécanisme. La présence d'un aliment carboné n'est donc pas nécessaire; Winogradsky a même montré qu'elle ne peut être que nuisible; c'est la transformation de l'ammoniaque en acide nitreux ou l'oxydation de l'acide nitreux en acide nitrique qui constituent ici la source de l'énergie indispensable à toute cellule vivante. Contrairement à ce qu'on a observé chez tous les êtres vivants connus, la combustion respiratoire porte sur l'azote et sur l'hydrogène; elle se réduit, en dernière analyse, à un dégagement d'azote oxydé et d'eau pendant que l'acide carbonique est décomposé.

Mais, malgré tous ces exemples de prolifération microbienne active dans des solutions purement minérales, qui vont même jusqu'à constituer souvent des milieux d'élection, il n'en est pas moins évident que les espèces qui recherchent exclusivement les solutions organiques paraissent être encore les plus nombreuses. On peut prévoir tout au plus que leur nombre se réduira dans l'avenir.

Dans l'état actuel de la science, il faut donc conclure que la nutrition des microbes ne peut pas être assimilée à la nutrition des végétaux supérieurs, telle que la concevait Liebig et son École; il s'agit de montrer maintenant que c'est Liebig qui s'est montré trop exclusif.

III. — RÉSERVES A FAIRE A LA THÉORIE MINÉRALE DE LIEBIG.

Jusqu'en 1860, les phénomènes de fermentation, de combustion et de putréfaction dont l'humus est le siège ont été expliqués par les théories chimiques. L'interprétation était d'autant plus goûtée que les chimistes et même les physiologistes réagissaient ouvertement contre les théories vitalistes. En attribuant tous ces phénomènes à des causes vitales, Pasteur inaugurerait une série de recherches qui ont permis de pénétrer de plus en plus le mécanisme intime de toutes ces transformations. La moindre particule de terre, la plus petite goutte d'eau sont peuplées d'espèces microbiennes variées, qui constituent autant d'agents actifs de destruction de la matière organique. Ce sont eux qui assurent la vie à la surface du globe en rendant à la circulation et au monde minéral le carbone et surtout l'azote combinés qui resteraient inertes s'ils conservaient l'état insoluble. A vrai dire, les agents chimiques agissent également dans le même sens; mais leur rôle nous apparaît négligeable à côté de celui qu'assument les infiniment petits et qu'ils

remplissent d'autant plus sûrement que leur activité se règle sur le travail à accomplir; plus il y a de matières organiques à transformer, plus ils prolifèrent, de sorte que la destruction fait toujours équilibre à la création.

Ces faits expliquent pourquoi l'humus ne peut pas contribuer d'une manière sensible à la nutrition des végétaux supérieurs; mais la négation pure et simple du fait tourne au paradoxe. Les résidus animaux et végétaux renferment, en effet, bien des substances solubles parmi lesquelles des sucres; comme les racines laissent passer les substances minérales solubles, on ne conçoit pas pourquoi elles n'absorbent pas les substances organiques dissoutes dans l'eau. Or, les substances organiques variées qui circulent dans la sève sont utilisées par les plantes; si elles viennent du dehors, elles doivent subir le même sort. Liebig admettait que les végétaux supérieurs n'absorbent pas le sucre parce qu'ils peuvent en fabriquer. Cependant, bien avant lui, les physiologistes avaient observé que les racines peuvent absorber le sucre introduit dans une solution minérale; mais l'expérience n'était pas concluante, parce que les phénomènes de fermentation se déclaraient très vite dans le liquide nutritif.

De nos jours, on voit de nouveau les agronomes, plus renseignés sur les phénomènes biologiques qui se déroulent dans le sol, tenter de mettre en évidence l'absorption de l'humus par les végétaux supérieurs. Si l'on introduit, dans deux parcelles de terre aussi identiques que possible, la même quantité d'éléments fertilisants, d'une part sous forme d'engrais minéraux et de l'autre à l'état de fumier, on constate que c'est la parcelle qui a reçu la fumure organique qui donne la meilleure récolte. Il semble donc tout naturel d'en conclure que l'humus a été absorbé. En réalité, l'expérience manque de valeur probante, car l'humus modifie les propriétés physiques et chimiques du sol dans un sens très favorable à la végétation. La conclusion demeure donc incertaine.

Pour démontrer l'absorption des substances organiques solubles par les racines des végétaux et leur assimilation ultérieure, il est nécessaire de faire des cultures dans des solutions nutritives préalablement débarrassées de germes microbiens, en partant de graines aseptiques. Il faut, de plus, si l'on veut rapporter l'augmentation de poids réalisée par la plante au carbone organique introduit dans les solutions nutritives, opérer à l'abri de la lumière, de façon à éviter l'assimilation chlorophyllienne.

En opérant dans ces conditions, j'ai constaté que les plantules de pois assimilent le sucre et que les poids de plantes obtenus à la fin de l'expérience

sont bien supérieurs aux poids des graines qui leur ont donné naissance. Mais les tiges restent chlorotiques, et atteignent une longueur démesurée.

Puisque les racines absorbent et assimilent le sucre à l'obscurité, il faut en conclure qu'il en est de même à la lumière; c'est ce que M. J. Laurent a vérifié directement avec le maïs: mais on peut s'étonner de voir combien les poids de plantes obtenus à la lumière sont faibles. Il semble que le sucre gêne le développement de la plante. J'ai repris ces expériences avec M. A. Perrier, dans le but de démontrer que le maïs cultivé dans des solutions nutritives additionnées de sucre doit se développer à la lumière plus vigoureusement que dans les conditions les plus favorables qu'on réalise dans les champs. Nous avons pu constater qu'il en est bien ainsi; pendant le premier mois de leur développement, les plantes en expérience conservent une avance marquée sur des plantes qui poussent en plein air dans un sol très fertile. Les poids de sucre assimilés ont varié de 5 grammes à 14 grammes pour des plantes dont le poids sec variait de 6 à 20 grammes au bout de dix-huit à trente-trois jours. Ces résultats prouvent que le sucre, offert à la dose de 1% environ, loin de gêner la plante, active au contraire son développement.

Il n'est pas douteux qu'on ne parvienne à généraliser ces observations en opérant avec des substances ternaires ou azotées, celles, du moins, qui se rencontrent communément dans les végétaux, et, en particulier, avec les matières humiques solubles.

Si l'on peut négliger cette assimilation dans les conditions de la grande culture, c'est parce que les microbes décomposent toutes ces substances avec une rapidité telle que l'eau qui circule à travers les couches arables ne renferme que des traces de substances organiques solubles. Au point de vue pratique, on peut admettre que les végétaux n'absorbent par les racines que les résidus des fermentations microbiennes, l'ammoniaque, les nitrates.

C'est pour cela que l'application des idées de Liebig à l'agriculture a été si féconde en résultats. Mais la théorie nous enseigne que les racines absorbent indifféremment toutes les substances alimentaires solubles, minérales ou organiques, azotées ou non azotées, ce qui permet de conclure que le mode de nutrition des végétaux supérieurs se confond en tous points avec celui des microbes, l'assimilation chlorophyllienne mise à part.

Dans un deuxième article, nous exposerons nos propres recherches sur la question de la nutrition carbonée des végétaux et les conclusions qui en découlent.

Pierre Mazé,

Docteur ès sciences,
Chef du Laboratoire de Chimie agricole
à l'Institut Pasteur.

LA THÉORIE DES ÉLECTIONS ET LA REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE ¹

DEUXIÈME PARTIE : EXAMEN CRITIQUE DES THÉORIES SUR LESQUELLES S'APPUIE LE SYSTÈME D'HONDT

I. — EXAMEN DE LA DÉMONSTRATION DE M. MANSION.

Dans l'un des derniers numéros du *Bulletin des Sciences mathématiques* ², M. Mansion, en réponse à un article antérieur de M. La Chesnais sur la *représentation proportionnelle*, affirme que « le système de feu le Professeur d'Hondt a été adopté en Belgique, parce que le nombre des suffrages inefficaces y est moindre que dans aucun autre système ».

M. Mansion avait publié ³, huit ans auparavant — et bien qu'il fût « adversaire acharné » de la représentation proportionnelle ⁴, — un *Théorème* destiné à démontrer que, « dans le système d'Hondt de représentation proportionnelle, le nombre des suffrages dits inefficaces est minimum ». Cette démonstration de l'éminent professeur de Mathématiques de l'Université de Gand a contribué grandement à faire entrer le système préconisé par M. d'Hondt, professeur de Droit civil à la même Université, dans la législation belge ⁵. C'est sur ce théorème, en effet, que M. d'Hondt et les partisans de son système s'appuyèrent désormais pour

¹ Voir la première partie de cet article dans la *Revue* du 15 février, p. 111 et suiv.

² Juillet 1903, p. 203.

³ Cf. *La Représentation proportionnelle, revue mensuelle* (sic), numéro de janvier-février-mars 1895, p. 46 (Bruxelles, impr. Polleunis et Ceuterick).

⁴ M. Mansion a publié autrefois un tract en 4 pages intitulé : *Contre la Représentation proportionnelle*, où il démontrait : 1° Que la représentation *proportionnelle* peut ne pas donner la majorité, à la Chambre, au parti qui l'a dans le pays ; 2° Qu'un faible déplacement de voix suffit pour enlever à la Chambre la majorité aux catholiques bien qu'ils l'aient encore dans le pays. (Proportionnaliste convaincu, je serais assez volontiers d'accord avec M. Mansion, en ce qui concerne ces deux démonstrations, s'il remplaçait le mot *proportionnelle* par *disproportionnelle*. La plupart des systèmes prétendus proportionnels sont loin de réaliser la proportionnalité. Le problème a été mal résolu, parce qu'il a été mal posé.)

⁵ Chose singulière ! le projet appliquant le système d'Hondt fut adopté par la Chambre belge (24 nov. 1899) par 70 voix contre 63, grâce aux votes favorables d'un certain nombre d'adversaires de la représentation proportionnelle, et malgré les votes contraires de proportionnalistes avérés, de treize, au moins, qui appartenaient au Conseil général de la *Ligue belge pour la représentation proportionnelle*. Au Sénat, des proportionnalistes clairvoyants, MM. Guinotte et W. de Selys, firent également entendre des protestations énergiques.

répondre aux critiques très graves dont leur système était l'objet de la part des mathématiciens ¹, de M. Massau, professeur de Mécanique à l'Université de Gand, un des proportionnalistes les plus éminents de Belgique, et d'autres encore. C'est sur la démonstration de M. Mansion qu'ils s'appuyèrent pour affirmer que leur système de représentation « proportionnelle » était supérieur à tous les autres systèmes qui avaient été mis en avant (et même à tous les systèmes possibles et imaginables !). En France, la *Ligue pour la Représentation proportionnelle*, présidée par MM. Yves Guyot, Ad. Carnot (de l'Institut), Durand-Claye, inspecteur général des Ponts et Chaussées, L. Mill, député, et G. Picot (de l'Institut), s'appuie également sur la démonstration de M. Mansion ² pour demander l'adoption du système d'Hondt en France.

C'est cette démonstration que M. Mansion vient de reproduire récemment — en termes un peu différents — dans le *Bulletin des Sciences mathématiques*.

Je me propose de démontrer qu'elle est absolument erronée.

Je reprends les données de M. Mansion. Il y a n députés à élire, trois partis en présence, qui se partagent les suffrages des électeurs. Le parti A obtient a suffrages, le parti B en recueille b , et c est le nombre des suffrages obtenus par le parti C. Le nombre total des suffrages exprimés $a + b + c$ est égal à s . Soit Δ un nombre tel que $a = p\Delta + \alpha$, $b = q\Delta + \beta$, $c = r\Delta + \gamma$; $p + q + r = n$; α, β, γ étant les restes de la division de a, b, c par Δ , et l'un de ces restes étant nul, ou, si l'on veut que Δ soit un nombre entier, tout au plus égal à $n-1$ ³; l'un ou deux des nombres p, q, r peut, d'ailleurs, être nul.

Dans le système belge ou système d'Hondt, les partis A, B, C auront respectivement droit à p, q, r députés.

« Or, dit M. Mansion, la répartition des sièges de députés entre les trois partis eût été la même si α

¹ Cf. *La Représentation proportionnelle, revue mensuelle*, 1895, p. 17.

² *Proposition de loi ayant pour objet l'application de la rep. prop. aux élections législatives*, Paris, avril 1903, p. 26.

³ M. Mansion dit : « l'un de ces restes étant au plus égal à 2 ». Simple inadvertance.

électeurs du parti A, β du parti B, γ du parti C n'avaient pas voté. Il y a donc :

$$\alpha + \beta + \gamma = a + b + c - \frac{p + q + r}{2} \Delta = s - n \Delta \text{ suffrages inefficaces. »}$$

Cette manière de déterminer le nombre des suffrages inefficaces est erronée. On pourrait dire, en effet, tout aussi bien, si ce mode de raisonnement était admissible :

« La répartition des sièges eût été la même s'il n'y avait eu que $\frac{p \Delta}{2}$ votes émis en faveur des can-

didats du parti A, $\frac{q \Delta}{2}$ votes en faveur du parti B,

et $\frac{r \Delta}{2}$ suffrages donnés aux candidats du parti C. Il y a donc :

$$a + b + c - \frac{p + q + r}{2} \Delta = s - \frac{n \Delta}{2} \text{ suffrages inefficaces. »}$$

D'une manière générale, si cette façon de raisonner était juste, on pourrait dire tout aussi bien que la répartition des sièges eût été la même s'il y avait eu $mp \Delta$ votes émis en faveur du parti A, $mq \Delta$ votes en faveur du parti B et $mr \Delta$ suffrages donnés au parti C, m pouvant être un nombre entier ou fractionnaire, plus grand ou plus petit que l'unité.

Comme m peut prendre un nombre infini de valeurs différentes, la quantité exprimée par la formule $s - mn \Delta$, qui doit donner le nombre des suffrages inefficaces, peut elle-même prendre un nombre infini de valeurs différentes. Le mode de raisonnement employé par l'éminent mathématicien belge ne permet donc pas de déterminer le nombre des suffrages efficaces et celui des suffrages inefficaces.

Dans la seconde partie de sa démonstration, M. Mansion s'occupe de la détermination du nombre des suffrages inefficaces dans les autres systèmes, en se servant pour cette détermination du même mode de raisonnement. Je me dispenserai de répéter ce que je viens d'en dire. Je ferai remarquer seulement que c'est à tort que M. Mansion suppose que, dans tous les systèmes, le nombre des sièges reste le même, quel que soit le nombre des électeurs qui n'ont pas voté. Il est vrai que, dans la plupart des systèmes de représentation plus ou moins « proportionnelle » qui ont été proposés jusqu'à présent, comme dans le système majoritaire, le nombre de suffrages nécessaire et suffisant pour l'élection de n représentants dans une circonscription de s électeurs pourrait, au besoin, se réduire à n suffrages : pour être élu, un seul suffrage serait, dans ce cas, nécessaire ! Mais il est possible de concevoir des systèmes de représentation proportionnelle où le nombre des représentants diminue quand une partie des électeurs n'ont

pas voté pour se faire représenter. Je dirai même que, pour ma part, je ne conçois pas d'autre système de représentation vraiment proportionnel, car il ne peut y avoir représentation proportionnelle que si tous les représentants, quelle que soit leur circonscription, représentent chacun, directement ou indirectement, le même nombre d'électeurs. Comme le disait en termes d'une justesse frappante M. Louis Havet, professeur au Collège de France, « les électeurs qui ne votent pas ne peuvent être représentés que par des sièges vides ».

Que faut-il donc entendre par suffrages efficaces et suffrages inefficaces, et comment déterminer les nombres respectifs de ceux-ci et de ceux-là ?

Dans un collège électoral de s électeurs ayant droit à n représentants, la représentation serait proportionnelle et les s suffrages émis seraient tous efficaces (et également efficaces) si les trois partis en présence, A, B, C, qui, en vertu du système d'Hondt, ont respectivement reçu p , q et r sièges, avaient respectivement obtenu

$$\frac{p}{n} s, \quad \frac{q}{n} s \quad \text{et} \quad \frac{r}{n} s \text{ suffrages.}$$

En général, il n'en sera pas ainsi. On aura par exemple :

$$a = \frac{p}{n} s + h, \quad b = \frac{q}{n} s + h' \quad \text{et} \quad c = \frac{r}{n} s - h''.$$

et comme

$$a + b + c = \frac{p}{n} s + \frac{q}{n} s + \frac{r}{n} s, \quad h + h' = h''.$$

Dans ce cas, h suffrages du parti A et h' du parti B auront été inefficaces. La répartition des sièges a été faite comme si, sur les suffrages qui ont été émis, h suffrages du parti A et h' suffrages du parti B avaient été transférés — sans le consentement des candidats et des électeurs — au parti C.

Supposons, par exemple, que, dans une circonscription de 24.000 électeurs, il y ait 4 représentants à élire — un représentant pour 6.000 électeurs — et que les partis en présence, au nombre de quatre que nous appellerons A, B, C, D, aient respectivement recueilli 12.000, 6.000, 3.800 et 2.200 suffrages.

Si l'on applique le système d'Hondt, le parti A, qui a recueilli la moitié des suffrages, recevra 3 sièges sur 4. Le parti B, qui a recueilli le quart du total des suffrages, recevra un siège, les partis C et D, qui ensemble ont réuni 6.000 voix, n'auront pas de représentant.

⁴ Conférence sur *La représentation proportionnelle et la moralité des élections*, faite le 21 décembre 1901 sous la présidence de M. Anatole France, devant les sections du XVI^e arrondissement de la Ligue des Droits de l'Homme et du Citoyen.

Si l'on applique le système suisse, le parti A et le parti B reçoivent chacun un représentant à raison de 6.000 suffrages. Le parti A, qui a recueilli la moitié des suffrages, reçoit donc 2 sièges sur 4; le parti B en reçoit un. Reste à attribuer le quatrième siège. Ce siège complémentaire est donné, dans le système suisse, au parti qui a le plus fort excédent de voix non encore représentées, c'est-à-dire au parti C qui a obtenu 3.800 voix.

Je ne parlerai que pour mémoire du système Struye, que M. Mansion a également examiné dans sa démonstration de 1895. Personne ne l'a jamais proposé en France. L'application projetée de ce système, en Belgique, sous le ministère catholique Van den Peereboom¹, en 1899, provoqua une émeute et faillit déchaîner une révolution².

La *Ligue pour la Représentation proportionnelle*, dans l'exposé des motifs de sa *Proposition de loi*, a commis³ une erreur grossière en confondant le système des *plus fortes fractions*, qui fut préconisé par l'*Association réformatrice de Genève*, avec le système Struye, qui est, de tous les systèmes, celui qui s'en éloigne le plus, et aussi celui qui s'éloigne le plus de la proportionnalité.

Si l'on applique le système proposé par M. Mirman, les 6.000 suffrages réunis par les partis C et D sont transférés au parti qui a obtenu le plus de suffrages, c'est-à-dire au parti A : même répartition des 4 sièges que dans le système d'Hondt et celui de Struye.

Avec le système d'Hondt, il y a 6.000 suffrages inefficaces (les 6.000 suffrages réunis par les partis C et D). Avec le système Mirman (et le système Struye), de même.

En appliquant le système suisse, le nombre des suffrages inefficaces se réduit à 2.200 : c'est le nombre des voix recueillies par le parti D, qui n'a pas obtenu de représentant.

D'après M. Mansion, en appliquant le système d'Hondt, il y aurait non pas 6.000 suffrages inefficaces, mais 8.000 (2.000 pour le parti B, 3.800 pour C et 2.200 pour D). En appliquant le système suisse des plus fortes fractions, il y aurait non pas 21.800 suffrages efficaces, mais seulement $4 \times 3.800 = 15.200$ et, par conséquent, 8.800 suffrages inefficaces (4.400 pour le parti A, 2.200 pour le parti B et 2.200 pour le parti D) au lieu de 2.200.

Remarquons que les suffrages obtenus par le parti B ont *exactement la même efficacité* dans le système des fractions forcées et dans le système d'Hondt, puisque, dans les deux systèmes, les 6.000 suffrages de ce parti reçoivent exactement le même nombre de représentants (un seul).

Cependant, M. Mansion attribue aux suffrages du parti B une efficacité différente suivant que c'est le système suisse ou le système d'Hondt qui est appliqué. Si c'est le système d'Hondt, le parti B aurait, d'après lui, 4.000 suffrages efficaces et les 2.000 autres seraient inefficaces; si c'est le système suisse, il n'aurait plus que 3.800 votes efficaces et 2.200 seraient inefficaces!

Or, il est évident que les 6.000 suffrages du parti B doivent tous être considérés comme efficaces, — quel que soit le système que l'on applique, — puisque nous avons supposé que les 24.000 électeurs de la circonscription ont droit à 4 députés, autrement dit à un représentant à raison de 6.000 électeurs, et que le parti B a obtenu précisément 6.000 voix.

Si le parti B, au lieu de réunir 6.000 suffrages, en avait recueilli davantage, 7.000 par exemple, sur les 24.000, les suffrages de ce parti ne seraient pas tous efficaces : 6.000 le seraient et 1.000 ne le seraient pas. Comme il a réuni exactement 6.000 voix, ils doivent tous être considérés comme efficaces, quel que soit le système que l'on applique.

Supposons un instant que les groupes C et D, qui, ensemble, réunissent 6.000 voix, au lieu de présenter aux électeurs deux listes séparées de candidats, n'en fassent qu'une seule commune aux deux groupes et ne constituent plus qu'un seul parti C' de 6.000 électeurs, les deux autres partis A et B obtenant respectivement 12.000 et 6.000 voix comme précédemment. Quel que soit le système appliqué, le parti A recevra deux sièges, les 6.000 électeurs du parti B en recevront un comme précédemment, et un siège également sera attribué au parti C'.

Dans ce cas, M. Mansion lui-même, après avoir considéré le parti B comme ayant tantôt 4.000 votes efficaces sur 6.000, tantôt 3.800 sur 6.000, selon le système appliqué, M. Mansion considère les 6.000 suffrages du parti B comme étant tous efficaces. Dans tous les cas, les 6.000 électeurs de ce

¹ Le système Struye devait être appliqué dans la circonscription de Bruxelles, où les cléricaux n'ont que la majorité relative, et dans quelques autres circonscriptions de grandes villes ayant au moins 6 représentants à élire. Voici comment il devait fonctionner :

Supposons que, dans une circonscription ayant 6 sièges à recevoir pour un total de 60.000 suffrages, les cléricaux en aient reçu 19.000, les libéraux 9.000, les radicaux 8.000, les socialistes 18.000 et les démocrates-chrétiens 6.000. Le parti cléricale et le parti socialiste, qui ont atteint chacun une fois le quotient 10.000, reçoivent chacun un siège. Les quatre sièges complémentaires sont ensuite attribués au parti qui a obtenu la majorité relative, au parti cléricale. Les cléricaux reçoivent donc en tout 5 sièges sur 6 avec 19.000 suffrages sur 60.000, les socialistes avec 18.000 suffrages en reçoivent un seul, et les autres partis, qui ont obtenu un total de 23.000 voix, n'obtiennent aucun représentant.

Dans les 35 petits arrondissements ruraux, élisant moins de 6 représentants, où le parti cléricale possède généralement la majorité absolue, le projet maintenait le système majoritaire.

² Pour la conjurer, le ministère dut retirer son projet et donner sa démission.

³ Page 19, ligne 35.

parti ont obtenu identiquement le même résultat dans la répartition des sièges. Dans le présent cas, leurs votes sont tous efficaces; dans un autre cas, 4.000 seulement seraient considérés comme efficaces, et dans le troisième cas il ne faudrait considérer comme efficaces que 3.800 votes sur les 6.000!

Ainsi donc la méthode de détermination de l'éminent professeur de l'Université de Gand ne peut servir à comparer l'efficacité des votes dans les différents systèmes proposés, puisque, quand les suffrages d'un parti ont identiquement la même efficacité quel que soit le système appliqué, les résultats de la méthode de M. Mansion ne sont pas, en général, identiques.

Comment M. Mansion a-t-il été induit en erreur et a-t-il obtenu ces résultats divergents et inconciliables? C'est parce que, après avoir supposé qu'il y avait en tout s suffrages, M. Mansion, sans s'en apercevoir, a modifié ses données. Pour le système d'Hondt, il a raisonné comme si le nombre des suffrages émis avait été non pas s , mais seulement $n\Delta$. Puis, passant à un autre système, il modifie de nouveau ses données, et raisonne comme s'il n'y avait que $n\Delta'$ suffrages en présence, pour prendre part à la répartition proportionnelle.

L'erreur de M. Mansion sera facile à saisir en reprenant l'exemple numérique qu'il avait donné dans la *Représentation proportionnelle*¹ en 1895 :

Soient 11 sièges à répartir. Il y a 4 partis en présence; 121.000 suffrages ont été émis et se sont répartis comme il suit :

Suffrages catholiques	20.000
— libéraux	9.000
— radicaux	30.400
— socialistes	61.600

« Dans le système d'Hondt, dit M. Mansion, le nombre répartiteur est 10.000. Les catholiques obtiennent 2 sièges, les libéraux 0 siège, les radicaux 3, les socialistes 6, absolument comme s'il y avait eu :

Suffrages catholiques	20.000
— libéraux	0
— radicaux	30.000
— socialistes	60.000

« Il y a donc en tout 110.000 suffrages efficaces et, par suite, 11.000 suffrages inefficaces. »

Mais non! 121.000 suffrages ne peuvent se répartir comme s'il n'y en avait eu que 110.000!

En réalité, les sièges ont été répartis absolument comme s'il y avait eu :

20.000 + 2.000 = 22.000	suffrages catholiques.
9.000 — 9.000 = 0	— libéraux.
30.400 + 2.600 = 33.000	— radicaux.
61.600 + 4.400 = 66.000	— socialistes.
121.000 + 0 = 121.000	suffrages.

Il y a donc en tout 9.000 suffrages inefficaces, les suffrages donnés par les électeurs au parti libéral. Ces suffrages ont été transférés dans l'exemple de M. Mansion, par le mécanisme du système d'Hondt, aux trois autres partis en présence : 2.000 au parti catholique, 2.600 au parti radical, et 4.400 au parti socialiste.

M. Mansion passe ensuite au système des plus fortes fractions (qui fut préconisé en Belgique par M. Massau) :

« Dans le système Massau, on aurait donné :

Aux catholiques	2 sièges.
Aux libéraux	1 —
Aux radicaux	3 —
Aux socialistes	5 —

absolument *comme si les suffrages avaient été* répartis comme il suit :

Catholiques	18.000
Libéraux	9.000
Radicaux	27.000
Socialistes	45.000

« Il y aurait donc eu :

Suffrages efficaces	99.000
— inefficaces	22.000 .»

C'est impossible, car 121.000 suffrages *ne peuvent pas être répartis comme s'il n'y en avait que 99.000*. L'erreur de M. Mansion apparaît ici très clairement.

En réalité, les sièges ont été répartis absolument comme s'il y avait eu :

20.000 + 2.000 = 22.000	suffrages catholiques.
9.000 + 2.000 = 11.000	— libéraux.
30.400 + 2.600 = 33.000	— radicaux.
61.600 — 6.600 = 55.000	— socialistes.
121.000 + 0 = 121.000	suffrages.

Il y a donc en tout, non pas 22.000 suffrages inefficaces, comme le dit M. Mansion, mais seulement 6.600. (Dans l'exemple de M. Mansion, ces suffrages inefficaces ont tous été émis par des électeurs socialistes et transférés aux autres partis en présence : 2.000 aux catholiques, 2.000 aux libéraux et 2.600 au parti radical.)

Inutile de parler du système Struye.

Enfin, dans le système majoritaire, les sièges sont *répartis absolument comme s'il y avait 121.000 suffrages socialistes*, 0 suffrage catholique, 0 suffrage libéral, et 0 radical.

Ainsi donc, c'est le système suisse et non pas le système d'Hondt qui comporte le moins de suffrages inefficaces.

Il est, d'ailleurs, possible de démontrer *a priori* d'une manière extrêmement simple que la démonstration de M. Mansion est erronée, et, de plus, que : *Théorème. De tous les systèmes qui admettent le*

transfert des suffrages de liste à liste sans le consentement préalablement convenu des électeurs et des candidats, — M. Mansion n'avait en vue que des systèmes appartenant à cette catégorie, — c'est, invariablement, le système suisse des plus forts excédents qui comporte le moins de suffrages inefficaces.

En effet, dans le système suisse, ce sont précisément les restes ou excédents de voix non représentés *les plus faibles* en importance numérique qui sont inefficaces pour les partis qui les ont obtenus. Ce sont les suffrages des *moindres* excédents que le système suisse transfère aux listes dont les excédents se rapprochent le plus du quotient proportionnel constituant le mètre électoral de la circonscription, de manière à compléter, jusqu'à concurrence de ce mètre, les fractions qui s'en rapprochent le plus.

II. — EXAMEN DE LA DÉMONSTRATION DE M. ROUYER.

On voit, en réalité, que c'est précisément le système suisse qui possède la propriété que M. Mansion, dans son théorème, attribue d'une manière erronée au système d'Hondt.

C'est donc à tort que l'on conclut, dans la *Théorie mathématique de la Représentation proportionnelle* qui est annexée à la *Proposition de loi*¹ de la *Ligue pour la Représentation proportionnelle*, que le système suisse du quotient ou des plus forts excédents ne repose, en réalité, sur aucune base rationnelle. De tous les systèmes qui admettent le transfert des suffrages de liste à liste en dehors du consentement des candidats et des électeurs (pour ma part, je considère tous les systèmes qui appartiennent à cette catégorie comme inadmissibles), le système suisse est non seulement *le plus proportionnel*, comme M. Mansion veut bien le reconnaître², mais aussi *le plus rationnel*.

Je ne dirai que quelques mots de la *Théorie mathématique de la représentation proportionnelle*, théorie due à M. Léon Rouyer, professeur agrégé de Mathématiques.

M. Rouyer y démontre que « la méthode d'Hondt conduit à une répartition dans laquelle les listes favorisées bénéficient d'un avantage aussi faible que possible ».

Supposons que, dans un collège électoral de 100.000 électeurs, ayant à élire un représentant à raison de 10.000 électeurs, les partis en présence A, B, C, D, E, F, G aient respectivement obtenu 49.000, 20.000, 7.000, 6.600, 6.400, 6.000 et 3.000 suffrages³.

M. Rouyer considère que l'avantage — de 3.000 suffrages — dont on ferait bénéficier le parti C qui a obtenu 7.000 suffrages (10.000—3.000), si on lui donnait un représentant sur 10 comme s'il avait reçu 10.000 votes, serait plus important que l'avantage dont pourrait bénéficier le parti A qui a obtenu 49.000 (ou 7×7.000) suffrages, si on n'attribuait pas à ce parti au moins 7 sièges sur 10 (comme s'il avait reçu non pas 49.000 suffrages mais $7 \times 10.000 = 70.000$), c'est-à-dire *plus de deux sièges en trop*.

La démonstration de M. Rouyer serait juste s'il fallait, comme il le suppose, considérer non pas la valeur absolue des « avantages » (en d'autres termes des erreurs en faveur des listes avantagées qu'un système donné de répartition comporte), mais leur valeur relative (c'est-à-dire le rapport de chaque erreur au nombre de suffrages obtenus par le parti qui en bénéficie). Elle serait juste s'il s'agissait, non pas de réduire au minimum la somme des erreurs, le nombre total des suffrages inefficaces, mais de *favoriser* les partis ou *coalitions* les plus forts, *proportionnellement à leur importance numérique*, au nombre de suffrages que chaque parti ou coalition a obtenus.

Or, le but de la représentation proportionnelle, c'est de donner à chaque groupement d'électeurs *exactement ou à moins d'une unité près* le nombre de sièges qui lui revient *sans favoriser aucun des partis* de l'Assemblée des représentants *de plus d'un siège*. Il s'agit, en effet, d'assurer, quel que soit l'état de division des partis, *la majorité dans l'assemblée des représentants à l'opinion qui a la majorité parmi les électeurs*.

On voit que, pour deux raisons, le système d'Hondt fausse la proportionnalité bien davantage que le système suisse.

Celui-ci, du moins, donne, dans chaque circonscription, à chaque parti, à *moins d'une unité près*, le nombre de sièges qui lui revient.

Il y a généralement des partis qui sont avantagés au détriment d'autres partis. Mais jamais l'avantage dont bénéficie une liste dans une circonscription ne dépasse *une fraction de siège*. En outre, dans le système suisse, tous les partis (à l'exception de ceux qui n'ont aucune chance de pouvoir faire passer leurs candidats dans les circonscriptions) ont, quelle que soit leur force numérique, des chances égales d'être avantagés ou de perdre une partie de leurs suffrages au profit d'autres partis :

obtenu 49 000 voix sur 100.000, reçoit 7 sièges sur 10, le parti B en reçoit 2, le parti C en reçoit 1. Le système des plus fortes fractions attribue 3 représentants au parti A, 2 au parti B, et un seul à chacun des partis C, D, E. Le système Struyve donne 8 sièges sur 10 au parti A, et 2 sièges au parti B. Le système Mirman en donne 5 au parti A, 3 au parti B, et un seul à chacun des partis C et D.

¹ Voir cette Théorie, op. cit., p. 54 à 58.

² *Bull. des Sc. math.*, juillet 1903, p. 204.

³ Si l'on applique le système d'Hondt, le parti A, qui a

il en résulte, généralement, qu'une sorte de compensation s'établit, dans une certaine mesure, pour chaque parti, entre les suffrages perdus dans un certain nombre de circonscriptions et les suffrages qui lui sont transférés dans les autres circonscriptions.

Si l'on applique le système d'Hondt, au contraire, un parti peut obtenir, par transfert à son profit et au détriment d'autres listes, non pas seulement une fraction du nombre des suffrages nécessaires pour avoir droit à un siège, mais *une fois et davantage, parfois deux, trois fois, quatre fois, etc.*, ce nombre de suffrages, en d'autres termes un siège, deux sièges, trois sièges, etc., *en trop*.

Comme, dans toutes les circonscriptions, le système d'Hondt transfère invariablement aux partis les plus forts, aux grandes coalitions, les suffrages obtenus par les partis qui n'atteignent pas entièrement, dans la circonscription prise isolément, le nombre de suffrages auquel le système d'Hondt attribue un représentant, il s'ensuit qu'en général il ne s'établit pas, comme dans le système suisse, une compensation entre les suffrages qu'un parti a perdus dans un certain nombre de circonscriptions et ceux qui lui ont été comptés en trop dans les autres circonscriptions : en appliquant le système d'Hondt, ce sont généralement les partis les plus faibles, qui, dans toutes les circonscriptions ou dans la plupart d'entre elles, sont dépouillés de leurs voix au profit des plus forts ou des plus fortement concentrés et des grandes coalitions de partis hétérogènes ; à ces partis, le système d'Hondt attribue, uniformément dans toutes les circonscriptions, les sièges correspondant aux suffrages des électeurs qui n'ont pas voté et aux suffrages perdus par les autres partis.

Ainsi donc, non seulement c'est dans le système suisse qu'il y a, dans chaque circonscription, le moins de votes transférés de liste à liste à l'avantage de certains partis ; mais, en outre, dans le système suisse, les votes perdus et les votes gagnés par transfert de liste à liste se compensent, en général, presque entièrement pour chaque parti, si l'on considère la répartition des sièges entre les différents partis pour l'ensemble des circonscriptions dans l'Assemblée des représentants, tandis que, dans le système belge, cette compensation fait presque entièrement défaut.

III. — DÉMONSTRATION GÉOMÉTRIQUE DE M. HAGENBACH-BISCHOFF.

Voilà pourquoi un des théoriciens les plus éminents de la représentation proportionnelle, M. Hagenbach-Bischoff, professeur de Physique à l'Université de Bâle, s'est grandement trompé en voulant

« prouver que le principe fondamental de la valeur égale de tous les suffrages est toujours *justifié* par la répartition avec le chiffre répartiteur de M. d'Hondt, et toujours violé quand, par suite de l'emploi d'une autre règle, le résultat diffère de celui que donne le chiffre répartiteur' ».

En effet, les suffrages ne sont pas tous, en général, efficaces, et, en raison du mécanisme du système d'Hondt, le rapport entre les suffrages efficaces et ceux qui ne le sont pas est infiniment grand ou très grand, en général, pour les partis les plus forts, tandis qu'il est le plus souvent très petit ou nul pour les autres partis ; en outre, le système d'Hondt, substituant au quotient proportionnel un nombre plus petit comme mètre électoral ou nombre répartiteur, les votes qui sont inefficaces pour les partis qui les ont reçus sont transférés aux autres partis qui en bénéficient pour des parts d'autant plus grandes qu'ils ont reçu plus de suffrages de leurs propres électeurs. Il s'ensuit que ce système donne, en général, aux votes des électeurs appartenant aux partis les plus forts beaucoup plus d'efficacité, de valeur qu'aux votes des électeurs appartenant aux autres partis.

M. Hagenbach-Bischoff a imaginé une construction géométrique très ingénieuse, qui constitue une illustration du système d'Hondt ou, du moins, de la principale des règles de ce système ; cette construction est considérée par les partisans du système comme une démonstration géométrique de sa justesse et de sa précision.

« En partant du point O (fig. 1), dit M. Hagenbach, je prends suivant une échelle quelconque, sur l'axe horizontal des abscisses, les distances OA, OB, OC, OD, ... égales aux sommes des suffrages des différentes listes A, B, C, D, ... Sur les verticales élevées dans les points A, B, C, D, ... je mets des points à égales distances, qui représentent les candidats. Puis, en partant de l'axe horizontal, je fais tourner une droite autour du point O jusqu'à ce que *n* points en tout aient été dépassés. Le nombre de points dépassés sur chaque verticale donne le nombre de députés que peut réclamer chaque liste par le principe fondamental de la valeur égale de tous les suffrages.

« Il est évident que, par cette construction géométrique, nous avons résolu avec toute rigueur mathé-

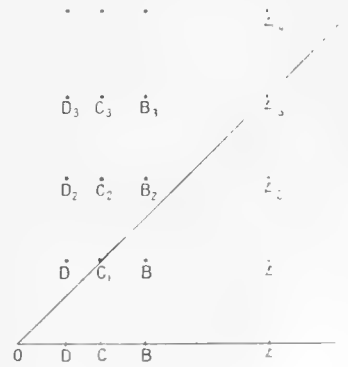


Fig. 1.

¹ La Représentation proportionnelle (Bruxelles), année 1890, p. 168 : La solution du problème de la représentation proportionnelle.

matique le problème de la représentation proportionnelle.

« La solution du problème ne peut donner la proportionnalité absolue que dans le cas très exceptionnel où la ligne tournante atteint exactement à la fois les derniers points de toutes les verticales (sans que le nombre total des points qu'elle a touchés dans sa course dépasse le nombre n des sièges à répartir)¹, comme dans le cas suivant : 9 députés à élire, $A = x$, $B = 3x$, $C = 5x$.

« La position de la droite qui résout le problème n'est pas en général fixe; elle est contenue entre deux limites bien définies. »

En réalité, il n'y a qu'une seule position de la droite tournante qui puisse résoudre le problème qui consiste à partager le nombre des sièges n en parties proportionnelles aux nombres de suffrages que les différentes listes en présence ont respectivement obtenus.

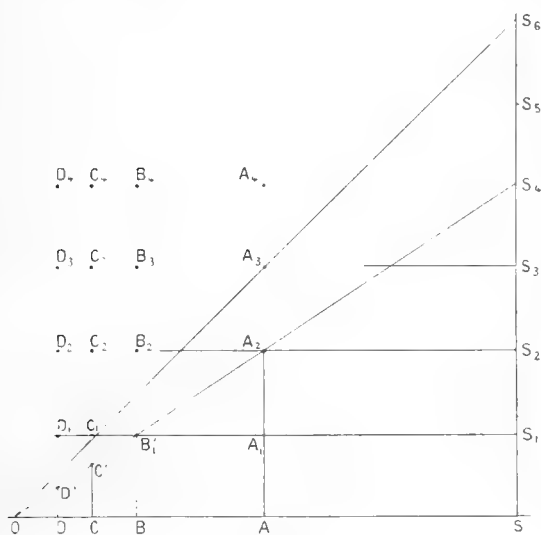


Fig. 2.

En partant du point O (fig. 2), je prends sur l'axe des abscisses une distance OS égale à la somme s ou $OA + OB + OC + OD...$ exprimant le total des suffrages obtenus par les différentes listes de la circonscription. Sur la verticale élevée au point S, je marque des points S_1, S_2, \dots, S_n , à égales distances, en tout n points (sans compter le point S). La longueur SS_n représentera les n sièges à partager en parties proportionnelles à $OA, OB, OC, OD...$

Je mène par le point O la droite OS_n . Cette droite coupera les verticales élevées aux points A, B, C, D... en des points $A', B', C', D'...$ On aura évidemment, en vertu des propriétés des triangles semblables :

$$\frac{SS_n}{OS} = \frac{AA'}{OA} = \frac{BB'}{OB} = \frac{CC'}{OC} = \frac{DD'}{OD} \dots$$

Et, en outre, comme $OS = OA + OB + OC + OD...$,

la longueur SS_n à partager en parties proportionnelles sera égale à la somme $AA' + BB' + CC' + DD'...$

C'est donc la position OS de la droite tournante qui seule permet de résoudre géométriquement le problème qui consiste à partager la longueur $SS_n = n$ en parties ($AA', BB', CC', DD'...$) proportionnelles aux quantités $OA = a, OB = b, OC = c, OD = d$, exprimant respectivement les nombres de suffrages obtenus par les différentes listes.

Toute autre position correspond au partage proportionnel d'un nombre de sièges plus grand ou plus petit que n . En particulier, les positions de la droite indiquées par la construction de M. Hagenbach correspondent au partage proportionnel d'un nombre de sièges plus grand que n .

Si l'on suppose, par exemple, $n = 4$ et

$$s = OS = 24.000 \text{ suffrages} = OA + OB + OC + OD \\ = 12.000 + 6.000 + 3.800 + 2.200 \text{ suffrages,}$$

on aura :

$$AA' = \frac{12.000}{24.000} \times 4 = 2 \text{ sièges;}$$

$$BB' = \frac{6.000}{24.000} \times 4 = 1 \text{ siège;}$$

$$CC' = \frac{3.800}{24.000} \times 4 = 0 \text{ siège, } 633...;$$

$$DD' = \frac{2.200}{24.000} \times 4 = 0 \text{ siège, } 366...$$

La méthode de M. d'Hondt donnera 3 sièges sur 4 au parti A qui a obtenu la moitié des suffrages (12.000), 1 siège sur 4 au parti B qui a réuni le quart des suffrages (6.000), et 0 siège aux partis C et D qui, ensemble, ont obtenu 6.000 suffrages. C'est ce qu'indique la position OA_3 de la droite tournante dans la construction géométrique de M. Hagenbach (et toute position comprise entre OA_3 et OC_1). Or, cette position de la droite correspond au cas où il y aurait 6 sièges à répartir et non pas 4. Le parti A, qui a obtenu la moitié des suffrages, aurait droit alors à la moitié de 6 sièges, c'est-à-dire à 3 sièges. Mais, comme il n'y a que 4 sièges à répartir, la construction géométrique de M. Hagenbach ne résout pas exactement, ni même à moins d'une unité près, le problème de la répartition proportionnelle.

L'erreur de l'éminent professeur bâlois provient de ce qu'il suppose que le problème de la représentation proportionnelle est différent de celui qui consiste à partager un nombre en parties proportionnelles à d'autres nombres. La répartition qu'on obtient en résolvant le problème comme une question de partage en parties proportionnelles « satisfait, dit-il, s'il s'agit, par exemple, de partager n francs, parce qu'on peut payer en centimes les fractions de franc. Mais, lorsqu'il s'agit de partager n représentants, on ne peut rien faire des fractions, parce que tous les représentants doivent être élus

¹ J'ajoute les quelques mots entre parenthèses pour réparer une simple omission (A. M.).

de la même manière, c'est-à-dire complètement : dans un cas pareil, il n'y a rien autre chose à faire que de négliger les fractions ».

« Mais cela modifie quelque peu le problème et nous devons diviser les nombres de suffrages par un même chiffre, tel que la somme des quotients, abstraction faite des fractions, soit égale à n »¹.

Remarquons d'abord que, quand il s'agit de partager 4 francs, par exemple, ou quatre billets de 100 francs en parties proportionnelles, on effectue la répartition en donnant à chacun ce qui lui revient à 1 centime près, ou plutôt à moins de 5 centimes près, la pièce de 5 centimes étant généralement la plus petite monnaie de compte courante. Et, si la monnaie divisionnaire venait à manquer, on ne songerait pas à donner à A 300 francs au lieu de 200 francs qui lui reviennent, sous prétexte que C et D n'ont droit respectivement qu'à 63 fr. 333... et 36 fr. 666..., et que les billets de 100 francs ne se découpent pas. De toute façon, on s'efforcerait de régler le partage à moins d'une unité près ou à moins d'une demi-unité, que cette unité soit le billet de 100 francs, le franc, le décime ou la pièce de 5 centimes.

C'est ce que fait le système suisse des plus fortes fractions en donnant à chacun des partis, à moins d'une unité près, par excès ou par défaut, le nombre de sièges qui lui revient, les sièges complémentaires étant attribués aux plus fortes fractions. C'est ce que fait M. La Chesnais, — sans fixer à l'avance et d'une manière plus ou moins disproportionnelle le nombre des députés de chaque circonscription, — en donnant à chacun des partis, à moins d'une demi-unité près, le nombre de sièges qui lui revient dans la circonscription².

M. Hagenbach n'admet pas qu'il y ait des représentants qui ne soient pas « élus complètement ». Je n'admets pas non plus que tous les membres d'une assemblée représentative ne représentent pas, directement ou indirectement, le même nombre de suffrages quand les votes des représentants sont égaux. Il est inadmissible, en effet, que les uns aient atteint le mètre électoral (directement ou par transfert de suffrages donnés au même parti), et que les autres, les représentants complémentaires, ne l'aient pas atteint dans une assemblée où tous les suffrages représentatifs ont la même valeur.

Mais je ne suis plus du tout d'accord avec M. Hagenbach-Bischoff quand il conclut de là :

1° Qu'il n'y a rien autre chose à faire que de négliger les fractions ;

2° Que, dans chaque circonscription, il faut modifier le problème et adopter dans chacune d'elles

un mètre électoral différent, en opérant d'après les règles du système d'Hondt (système qui est d'ailleurs destiné, d'après MM. d'Hondt et Hagenbach, à réaliser « l'unité du mètre électoral » et « l'égalité de tous les suffrages »).

Je ne puis adopter la première et bien moins encore la deuxième de ces conclusions.

Il est possible de résoudre le problème de la représentation proportionnelle *sans négliger les fractions*.

D'une part, en effet, s'il n'est pas possible de fractionner un représentant, il est possible de fractionner, par quarts ou par dixièmes, par exemple, la valeur des suffrages émis dans l'Assemblée par les représentants complémentaires, c'est-à-dire par ceux qui ne représentent qu'une fraction du mètre électoral. On pourrait également attribuer cette fraction de suffrage représentatif à celui des candidats élus de la liste qui a obtenu personnellement le plus de suffrages : cette fraction viendrait s'ajouter au suffrage entier qu'il possède déjà comme tous les autres élus de la liste¹.

D'autre part, il n'est même pas indispensable, en général, pour résoudre d'une manière suffisamment exacte le problème de la représentation proportionnelle, de créer, dans l'Assemblée des représentants, des suffrages représentatifs fractionnaires : on peut également additionner les fractions perdues par un parti dans les circonscriptions de chaque région ou dans toutes les circonscriptions du pays tout entier, et donner à ces fractions ainsi totalisées le nombre de représentants qui leur revient, de telle sorte que chaque groupement obtienne, au moins, à moins d'une unité près, le nombre de représentants auquel il a droit. Mises en œuvre isolément ou combinées ensemble, ces deux méthodes peuvent donner, par l'application rigoureuse de quelques principes extrêmement simples, des solutions satisfaisantes du problème de la représentation proportionnelle.

Si l'on négligeait purement et simplement les fractions, toutes les fractions (sans s'astreindre à répartir les sièges complémentaires), on obtiendrait encore, en général, dans l'Assemblée des représentants, une répartition à peu près propor-

¹ Représentation proportionnelle (Bruxelles), année 1887, p. 183.

² Bull. des Sc. math., 1903, p. 414.

¹ Il ne faut pas confondre ce système avec celui que M. Boutmy préconisa dans une étude publiée en 1867 (*Liberté* du 21 août). Le système Boutmy n'avait pas pour but la représentation proportionnelle des partis, mais simplement la représentation plus ou moins proportionnelle des candidats. Ce système n'assurait pas le transfert des suffrages entre candidats d'un même parti et l'utilisation, au profit d'autres candidats du même parti, des suffrages donnés inutilement ; il ne comportait pas de suffrages représentatifs fractionnaires. Il donnait à chaque représentant un nombre de suffrages représentatifs entier et égal à une unité près au quotient de la division du nombre de suffrages qu'il a obtenus par le mètre électoral.

tionnelle des sièges entre les différents partis. Mais ce qui est absolument inadmissible, c'est que, dans chaque circonscription, on modifie les données du problème en faveur des partis les plus forts, et que l'on substitue au quotient proportionnel comme mètre électoral un autre nombre plus petit et variant selon la répartition des suffrages entre les partis dans chaque circonscription. Même si, dans toutes les circonscriptions, le nombre des suffrages émis était mathématiquement le même (chose impossible), on obtiendrait cependant, en appliquant le système d'Hondt, autant de nombres répartiteurs différents qu'il y a de circonscriptions.

Ce système ne peut donc donner que des résultats extrêmement disproportionnels quand les circonscriptions sont nombreuses et les partis de forces inégales, et que quelques-uns d'entre eux ne peuvent atteindre le nombre répartiteur dans toutes les circonscriptions, bien qu'ayant des adhérents en nombre assez considérable pour que les suffrages inefficaces qu'ils ont ainsi recueillis dans le pays tout entier atteignent, totalisés, un certain nombre de fois le mètre électoral qui donne droit à nommer un représentant. La multiplicité des circonscriptions a pour effet, quand on applique le système d'Hondt, de multiplier les excédents de suffrages inefficaces que ce système n'utilise pas au profit du parti qui les a reçus, pertes d'autant plus sensibles qu'elles forment une portion plus importante du nombre total des suffrages reçus par un parti, désastreuses, par conséquent, pour les partis les plus faibles.

IV. — UNE « EXPÉRIENCE DÉCISIVE ». EXAMEN CRITIQUE DES RÉSULTATS DES ÉLECTIONS BELGES DE 1900.

Cependant, les partisans du système d'Hondt s'appuient sur l'application qui en a été faite aux élections générales belges du 27 mai 1900 pour demander « l'importation » de ce système en France. « Expérience décisive », dit l'Exposé des motifs de la Ligue présidée par l'honorable M. Yves Guyot. Les dispositions du système belge auraient reçu en 1900, d'après cet exposé, une « consécration » définitive.

Je fus amené à me demander si vraiment cette expérience était de nature à démentir dans quelque mesure mes prévisions théoriques sur les résultats disproportionnels qu'un système tel que celui d'Hondt doit produire nécessairement.

Est-il vrai, comme l'affirme l'honorable M. Yves Guyot, que ce système ait fait ses preuves en Belgique, autrement dit qu'il ait donné les résultats qu'on peut attendre de la représentation proportionnelle, et notamment qu'il ait assuré la majorité dans la Chambre, sinon à la majorité des électeurs

(les Belges n'ont pas l'égalité du vote), du moins à la majorité des suffrages émis? Et le *Temps* appréciait également d'une manière enthousiaste les effets de la nouvelle loi électorale belge en de remarquables articles publiés immédiatement après les élections du 27 mai 1900 :

« Chaque parti n'a qu'à déployer ses forces disponibles; il aura *tout juste autant de sièges* qu'il aura mérité d'en avoir; la correspondance est *absolument exacte* entre le nombre des suffrages exprimés et le nombre des mandats obtenus. Ce n'est rien moins qu'une révolution. Désormais les caprices du hasard — parfois savamment préparé et exploité sans scrupules — ne prévaudront plus contre les lois de l'Arithmétique. (*Temps* du 28 mai 1900.)

« C'est déjà en soi un immense progrès pour une démocratie que de se rendre aux urnes non plus avec le sentiment qu'un grand combat de force, de ruse et de chance va se livrer, et qu'il s'agit de corriger, par de savantes opérations, le hasard et ses caprices, mais avec la conscience paisible que tout effort aura sa récompense, que *pas un vote ne sera égaré* et que *petits et grands, forts ou faibles, auront justement leur part adéquate de représentation*. (*Temps*, 30 mai 1900.)

Je crus devoir ne pas me fier aux affirmations, même à celles qui pouvaient paraître les plus vraisemblables en raison de leur concordance et les plus autorisées comme émanant de personnes à même de se renseigner en Belgique à la source des informations précises et positives, et j'eus l'idée très simple de faire venir de Bruxelles les documents statistiques donnant pour chaque circonscription les résultats numériques des élections belges.

Au lieu de reproduire ces résultats dans l'ordre habituel des circonscriptions, je les disposai d'après l'ordre croissant des nombres de suffrages obtenus par les différents partis dans les différentes circonscriptions.

On trouvera dans le tableau I suivant (col. 2 et 3) quelques-uns des chiffres relevés dans la liste des résultats ainsi ordonnée. J'ai simplement ajouté, pour plus de clarté et de précision, le nombre (moyen) des suffrages représentés par les élus (col. 4) et (col. 5), l'inverse de ce nombre exprimant la valeur d'un suffrage d'électeur mesurée en prenant comme unité la valeur du suffrage représentatif. Enfin, dans la colonne 6, la même valeur est exprimée en prenant comme unité la valeur d'un suffrage socialiste de Namur.

Ainsi donc, tandis que les démocrates-chrétiens de Bruxelles n'obtenaient aucun représentant, et que le chef de ce parti (l'abbé Daens) se voyait exclu du Parlement¹, les 10.178 suffrages qu'il

¹ Parmi les avantages de la représentation proportionnelle que les partisans du système belge ont fait valoir, celui d'assurer l'accès du Parlement aux hommes les plus marquants de tous les partis n'est pas le moins précieux. Cependant, l'abbé Daens, chef du parti démocrate-chrétien, qui disposait, en 1900, de plus de 60.000 voix dans l'ensemble des circonscriptions belges, fut, grâce au système d'Hondt,

avait obtenus étant, par le mécanisme du système d'Hondt, transférés aux partis adverses, les libéraux d'Ypres, qui n'avaient réuni que 8.237 voix, se voyaient attribuer un siège de représentant. Les cléricaux de Hasselt obtenaient 3 représentants avec 22.595 voix; avec 25.272 suffrages (2.677 en plus), les socialistes de Namur n'en obtenaient qu'un seul¹. Nous voilà loin du principe de l'égalité de valeur de tous les suffrages, sur lequel s'appuie M. Hagenbach-Bischoff pour établir la justesse et la supériorité du système d'Hondt.

Différentes causes ont contribué à produire cette

sidé à l'élaboration de tous ces systèmes. Il est impossible, en effet, de donner aux suffrages émis une égale valeur si l'on fixe d'avance exactement le nombre des sièges à attribuer à chaque circonscription, quel que puisse être, au scrutin, le nombre des suffrages réellement émis et valables. Ce nombre de sièges fixé d'avance n'est pas, en effet, le nombre (fractionnaire) exactement proportionnel au nombre des habitants, mais un nombre entier qui s'en approche à une unité près. Il n'est et ne peut être proportionnel ni au nombre des habitants, ni, à plus forte raison, au nombre total des

TABLEAU I. — Résultats de l'expérience du système d'Hondt (élections belges de 1900).

DÉSIGNATION	NOMBRE de suffrages obtenus	NOMBRE de sièges obtenus	NOMBRE de suffrages pour 1 élu	VALEUR d'un suffrage d'électeur mesurée en prenant comme unité la valeur	
				d'un suffrage représentatif	d'un suffrage socialiste de Namur
Liste libérale d'Ypres.	8.237	1	8.237	0,000.121	3,07
— socialiste de Tongres-Maeseyck	8.834	0	∞	0,000.000	0
— radicale de Liège (*)	9.655	0	∞	0,000.000	0
— démocrate-chrétienne de Bruxelles	10.178	0	∞	0,000.000	0
— cléricale d'Audenarde	18.588	2	9.294	0,000.108	2,72
— socialiste de Nivelles	20.924	1	20.924	0,000.048	1,21
— cléricale de Hasselt.	22.595	3	7.532	0,000.133	3,36
— — d'Ypres	22.924	2	11.462	0,000.087	2,20
— socialiste de Soignies.	22.974	1	22.974	0,000.044	1,10
— cléricale de Termonde	24.532	3	8.066	0,000.124	3,13
— libérale de Liège	25.230	2	12.615	0,000.079	2,00
— socialiste de Namur	25.272	1	25.272	0,000.040	1
— cléricale de Tongres-Maeseyck	26.943	3	8.981	0,000.111	2,81
— libérale de Bruxelles	32.383	2	16.191	0,000.062	1,56
— cléricale de Saint Nicolas.	34.744	4	8.686	0,000.115	2,91
— — de Courtrai	35.403	3	11.801	0,000.085	2,14
— libérale de Tournai-Ath.	36.832	2	18.416	0,000.054	1,37
— socialiste de Liège (*).	63.952	6	10.658	0,000.094	2,37
— — de Charleroi.	76.008	5	15.201	0,000.066	1,66
— cléricale de Bruxelles.	89.964	8	11.245	0,000.089	2,25

inégalité considérable dans la valeur des suffrages.

Plusieurs sont communes aux différents systèmes qui ont été appliqués jusqu'à ce jour et proviennent des conceptions étroites et erronées qui ont pré-

dépouillé des suffrages de ses partisans au profit des partis adverses.

¹ En raison de l'organisation du vote plural, les électeurs belges reçoivent 1, 2 ou 3 bulletins de vote suivant la catégorie sociale à laquelle ils appartiennent. Aux élections du 27 mai 1900, le vote d'un électeur cléricale à 3 suffrages de Hasselt valut donc plus de 10 votes d'électeurs socialistes à 1 suffrage de Namur.

² Chose exceptionnelle, dans cet arrondissement, c'est le parti socialiste qui fut avantagé, au détriment surtout du parti radical, qui fut dépouillé, grâce au mécanisme du système d'Hondt, de ses 9.655 suffrages. La liste socialiste reçut 6 sièges sur 11 avec 63.952 suffrages sur 143.037 émis. Si l'on avait appliqué le système suisse, le premier candidat de la liste radicale, M. Fléchet, eût été élu à la place du sixième et dernier élu de la liste socialiste, M. Troclet.

M. Troclet, ainsi élu grâce au système d'Hondt, crut devoir, paraît-il, manifester en pleine séance son extrême conten-

électeurs inscrits, ni au total des suffrages dont ils disposent¹, ni, encore moins, à celui des suffrages émis², ni, enfin, au nombre des suffrages valables³.

Mais la principale des causes de l'inégale valeur

tement et une admiration sans bornes pour le fonctionnement du système d'Hondt. La satisfaction de M. Troclet se comprend. Mais c'est peut-être aller un peu loin que de vouloir, comme l'a fait la Ligue présidée par l'honorable M. Y. Guyot, dans la conclusion de son *Catéchisme de la représentation proportionnelle*, transformer le témoignage de satisfaction de M. Troclet en une preuve décisive de l'excellence du système d'Hondt et en faire un article de foi proportionnaliste. (Voir ce *Catéchisme* reproduit *in extenso*, *Petit Temps*, 22 janvier 1904).

¹ Le nombre moyen des suffrages dont dispose l'électeur belge dans les différentes circonscriptions varie, pour les élections législatives de 1900, entre 1,42 pour les circonscriptions de Roulers-Thielt et de Gand-Eccloo et 1,72 pour celle de Thuin.

² Ce nombre varie entre 87,2 % pour la circonscription d'Audenarde et 95,7 % pour celle de Malines.

³ Le nombre des bulletins blancs et nuls varie entre

des suffrages, celle qui pourrait suffire à elle seule à produire des effets aussi absurdes que ceux des élections belges que je viens de citer, c'est le mode de répartition particulièrement disproportionnel qui caractérise le système d'Hondt. Même si le rapport entre le nombre des sièges attribués respectivement à chaque circonscription et le nombre correspondant des suffrages valablement émis était constant, le système d'Hondt serait fort loin de pouvoir réaliser l'égalité des suffrages. Supposons toutes les circonscriptions parfaitement égales : même nombre d'habitants, même nombre d'électeurs inscrits et de suffrages valables, même nombre de représentants pour chacune d'elles. Le système belge pourra encore, dans ce cas idéal, donner des résultats tels que ceux des élections belges de 1900. Reprenons les trois nombres de suffrages 34.744, 35.403 et 36.832 qui, en 1900, ont obtenu respectivement 4, 3 et 2 sièges à Saint-Nicolas, Courtrai et Tournai-Ath. Nous supposerons trois circonscriptions parfaitement égales. Même nombre d'électeurs, 64.000 dans les trois, aucune abstention, ni bulletin blanc, ni bulletin nul; même nombre de représentants à élire, 4 par circonscription (1 à raison de 16.000 voix) :

1 ^{re} CIRCONSCRIPTION	2 ^e CIRCONSCRIPTION	3 ^e CIRCONSCRIPTION
a = 34.744	a = 35.403	a = 36.832
b = 8.256	b = 12.597	b = 14.168
c = 8.000	c = 9.000	c = 13.000
d = 7.000	d = 7.000	
e = 6.000		
64.000	64.000	64.000

Si l'on applique dans chacune de ces circonscriptions le système d'Hondt, dans la première, le parti A obtient 4 sièges (la *totalité*) avec 34.744 suffrages sur 64.000; dans la deuxième, il obtient 3 sièges sur 4 avec 35.403 suffrages sur 64.000, et dans la troisième, avec 36.832 suffrages sur 64.000, il n'en obtient que 2 sur 4 : aux mêmes nombres croissants de suffrages correspondent, comme aux élections du 27 mai 1900, les mêmes nombres décroissants de sièges⁴.

Le *mètre électoral* du système d'Hondt, en raison de ces diverses causes d'inégalité, varie notablement d'une circonscription à l'autre : 7.531,7 suffrages suffisaient à Hasselt, en 1900, pour élire un député; à Charleroi, il en fallait au moins 15.201, plus que le double. D'après les règles du système, une liste qui aurait recueilli 30.200 suffrages (ou tout autre nombre compris entre 30.127 et 30.401 in-

2,6 % pour les circonscriptions d'Anvers et de Charleroi et 8,1 % pour celle de Dinant-Philippeville.

⁴ Si l'on avait appliqué le système suisse, la liste A n'aurait obtenu que 2 sièges sur 4 dans chacune des trois circonscriptions, ce qui est évidemment plus conforme à la proportionnalité; avec le système Mirman, la liste A aurait eu, dans chacun des trois collèges, 3 représentants.

clusivement) aurait droit à 4 représentants en vertu du mètre électoral de Hasselt, et à un représentant unique en vertu du mètre de Charleroi.

Totalisés par province, les résultats ne sont pas plus proportionnels (Tableau II) :

TABLEAU II. — Quelques résultats des élections belges de 1900 (suffrages totalisés par province).

DÉNOMINATION		TOTAL des suffrages obtenus	TOTAL des sièges obtenus	NOMBRE moyen des suffrages pour 1 élu
de la province	du parti			
Flandre orientale.	Dém.-chrét.	23.424	1	23.424
Namur (Prov. de).	Socialistes.	41.759	2	20.880
Limbourg	Cléricaux.	49.538	6	8.256
Liège (Prov. d') . . .	Libéraux.	50.998	5	10.200
Flandre occidentale.	—	52.535	4	13.134
Flandre orientale.	—	62.090	3	20.697
Anvers (Prov. de).	Cléricaux.	131.111	12	10.926
Hainaut	Socialistes.	172.218	11	15.656
Flandre orientale.	Cléricaux.	182.298	18	10.128

Ces chiffres se passent de commentaires. Le système belge ressemble assez à une horloge dont les aiguilles, follement capricieuses, tourneraient tantôt dans le sens voulu et tantôt en sens inverse.

Si l'on totalise les chiffres obtenus en 1900 par chaque parti dans les 30 circonscriptions du royaume, voici les résultats qu'on obtient :

TABLEAU III. — Résultats d'ensemble par partis des élections belges de 1900.

NATURE DES SUFFRAGES	TOTAL des suffrages par catégorie	TOTAL des sièges obtenus	NOMBRE moyen des suffrages par élu
Cléricaux	994.333 (1)	86 sur 152	11.562
Libéraux et radicaux.	498.854 (2)	33	15.117
Socialistes	461.241 (3)	32	14.414
Démocrates-chrétiens	60.496 (4)	1	60.496
Divers	35.990	0	"
Suffrages valables totalisés.	2.050.914	152	13.493
Blancs et nuls	84.023	0	"
Non émis	134.613	0	"
Suffrages inscrits totalisés.	2.269.550	152	14.931

Ainsi donc, tandis que l'opposition antiministérielle et démocratique (libéraux, radicaux, socialistes et démocrates-chrétiens) n'obtenait que 66 sièges sur 152 avec un total de 1.020.591 suffrages sur 2.050.914, le parti cléricale, qui n'avait

⁴ Ces chiffres sont ceux donnés par un des promoteurs de la réforme électorale, M. H. Dumont, secrétaire de l'Association réformatrice belge, dans la *Revue pol. et parl.* (10 août 1900, p. 321). Les chiffres donnés par M. Y. Guyot font également ressortir une *majorité antiministérielle dans le corps électoral belge*. M. Y. Guyot donne comme *totaux ministériels (cléricaux)* 968.171 voix et comme *totaux antiministériels*, 1.000.918 voix (*Siècle*, supplément, 1^{er} juin 1900).

réuni que 994.333 suffrages (la *minorité*), obtenait 86 sièges sur 152, ce qui lui assurait une *majorité* de 20 sièges au Parlement.

Grâce au système d'Hondt, le parti démocrate-chrétien, avec 60.496 suffrages, se voyait attribuer un *siège unique*, tandis que le parti clérical, avec un nombre de voix à peu près 16 fois aussi grand, obtenait non pas 16 sièges, mais 86.

On voit que l'expérience belge ne justifie point la théorie de M. Hagenbach, fondée sur le principe de l'égalité de tous les suffrages. Elle ne justifie pas davantage l'argument « décisif » de l'*Exposé des motifs* de la *Ligue pour la R. P.* : « Il n'y a pas de raison, conclut cet Exposé (p. 39), pour que la France n'adopte pas un mode de suffrage qui a si bien réussi en Belgique ». Le système d'Hondt, appliqué en Belgique, a donné 30 sièges électoraux différents. Nous en aurions 87, un par département, si le projet de la Ligue était adopté. Déplorable méthode pour réaliser l'unité de mesure et l'égalité des citoyens en matière d'élections, et pour fonder la justice électorale.

V. — DÉMONSTRATION MATHÉMATIQUE
DE M. LOUIS HAVET.

M. Louis Havet, de l'Institut, qui fut, un moment, un partisan éminent du système d'Hondt, s'était également appuyé sur le principe de l'égalité de tous les suffrages — de ceux du moins que le système d'Hondt utilise en prenant comme mètre électoral un nombre plus petit que le quotient proportionnel — pour justifier ce système et pour en expliquer très clairement le mécanisme.

« Soient, disait M. Havet, cinq listes qu'on peut désigner par les nombres de suffrages qu'elles ont obtenus en ordre décroissant : A, B, C, D, E.

« Soient à pourvoir huit sièges.

« Soient les huit premiers quotients ¹ :

$$\frac{A}{1} \quad \frac{B}{1} \quad \frac{A}{2} \quad \frac{A}{3} \quad \frac{C}{1} \quad \frac{B}{2} \quad \frac{D}{1} \quad \frac{E}{1}$$

ou

$$A \quad B \quad \frac{A}{2} \quad \frac{A}{3} \quad C \quad \frac{B}{2} \quad D \quad E.$$

« Le nombre A atteint le triple de E, mais non le quadruple, car avant le quotient E on trouve bien $\frac{A}{3}$, mais non $\frac{A}{4}$. Le nombre B atteint le double de E, mais non le triple. Les nombres C et D sont supérieurs à E sans en atteindre le double. On donnera donc 1 siège à la liste E, 1 aussi à la liste C et à la liste D, 2 à la liste B et 3 à la liste A.

« ... Le système d'Hondt n'a donc rien d'empirique. Il est fondé sur la théorie la plus rigoureuse. » (*Siècle* du 1^{er} décembre 1901.)

Dans une lettre que j'eus l'honneur d'écrire à l'éminent professeur du Collège de France pour lui communiquer quelques remarques au sujet de cette justification, irréfutable en apparence, du système d'Hondt, je lui disais :

« Supposons, un instant, que la circonscription n'ait droit qu'à 4 sièges, la répartition des suffrages entre les différents partis en présence restant la même. Qu'arrivera-t-il si nous appliquons les règles du système d'Hondt? Le parti A gardera ses trois sièges intégralement, et la représentation de tous les autres partis sera diminuée ou supprimée complètement. Ainsi donc, le parti A n'avait tout à l'heure que 3 représentants sur 8, moins que la moitié. Il en aura maintenant 3 sur 4 (la majorité des représentants de la circonscription), comme si les trois quarts des électeurs avaient voté pour le parti A.

« Et pourtant le nombre total des suffrages des cinq partis est plus grand que 8 E, plus grand, à plus forte raison, que $8 \frac{A}{4}$ ou 2 A, en sorte que le parti A ne représente certainement pas la moitié du nombre total des suffrages : en lui donnant 3 sièges sur 4, on lui donne un nombre de sièges qui n'est même pas exact à une unité près, car il s'en faut de plus d'une unité pour que ce nombre et le nombre mathématiquement proportionnel $\frac{4A}{A+B+C+D+E}$ soient égaux.

« Supposez, Monsieur, que le parti A représente une *coalition* de toutes les réactions, de tous les partis antirépublicains, royalistes, bonapartistes, nationalistes, césariens, antisémites, cléricaux, etc. ; supposez que le parti B soit celui des radicaux et le parti C celui des progressistes, enfin que les partis D et E soient respectivement ceux des radicaux-socialistes et des collectivistes ; et voyez ce qui arriverait si la même coalition se produisait dans la plupart des circonscriptions.

« Il arriverait en France, si l'on y appliquait le système belge, tout simplement ce qui est arrivé en Belgique aux élections du 27 mai 1900, où un parti (le parti clérical) a obtenu une majorité de 20 sièges à la Chambre des représentants (86 sièges sur 152), avec 994.333 suffrages, tandis que les partis démocratiques (libéraux, radicaux, socialistes et démocrates-chrétiens), qui, ensemble, avaient obtenu 1.020.591 suffrages (c'est-à-dire 26.258 votes de plus que le parti clérical), ne se voyaient attribuer que 66 sièges sur 152. Le système d'Hondt, mode de partage absolument léonin, qui favorise d'une manière effrayante les grandes

¹ En reproduisant l'explication de M. Havet, je rectifie (en intervertissant les places de $\frac{B}{1}$ et $\frac{A}{2}$) une légère erreur purement matérielle qui s'était glissée dans son hypothèse.

coalitions, constituerait un *immense danger* s'il était adopté en France et si, dans toutes les circonscriptions, les partis antirépublicains s'entendaient pour ne présenter qu'une seule liste contre celles des différents partis républicains. »

Je faisais connaître à M. Havet mes recherches sur les résultats des élections belges de 1900 que j'ai cités plus haut, et je disais en terminant :

« On propose d'appliquer le système d'Hondt à la France, divisée en 87 circonscriptions départementales. Ce système comporterait 87 mètres électoraux différents. Il donnerait des résultats encore pires que le système des 30 mètres électoraux différents qui a fonctionné en Belgique. Un parti qui compterait dans chacune des 87 circonscriptions la dixième partie des électeurs parmi ses adhérents, ne serait même pas assuré d'obtenir en tout 40 sièges dans une Chambre de 600 députés, alors que, d'après les règles de la proportionnalité, il aurait droit à 60 sièges dans une assemblée de 600 représentants.

« Un parti qui compterait 200.000 électeurs répartis dans les différentes circonscriptions, aurait bien des chances d'être entièrement privé de toute représentation.

« Assurément, le système des 87 mètres électoraux, proposé par M. Yves Guyot, serait, sous certains rapports, supérieur au système majoritaire actuel qui en comporte 581 (autant que de députés), — sans compter un mètre électoral infiniment grand pour tous les groupements non représentés. Mais, quand il n'y aura plus en France que 87 mètres électoraux, il y en aura encore 86 de trop : *un poids et une mesure*, tel est le principe fondamental de toute justice. *L'unité du mètre électoral* peut seule réaliser la justice en matière d'élections.

« ... Le problème de la représentation proportionnelle a été mal résolu parce qu'il a été mal posé. Il est possible de donner à ce problème une solution reposant sur l'application intégrale et rigoureuse de quelques principes extrêmement simples, contenus en germe dans la Déclaration des Droits de l'homme et du citoyen et dans la Pétition des citoyens domiciliés à Paris du 8 décembre 1788, solution bien plus exacte dans ses résultats — quel que soit le nombre des circonscriptions — que le système suisse et le système belge, et ne comportant d'ailleurs pas d'autres opérations que de simples additions... »

J'ajouterai que M. Havet, avec sa haute droiture intellectuelle, n'hésita pas à rejeter très nettement le système d'Hondt dans une conférence⁴ qu'il fit quelques jours plus tard (21 décembre 1901), et à préconiser un mètre électoral unique pour la France entière.

VI. — AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS COMPARÉS DU SYSTÈME BELGE ET DU SYSTÈME SUISSE.

Je dirai quelques mots, en terminant, d'une remarque faite par M. Mansion au sujet du système suisse. Tout en reconnaissant que c'est « le plus proportionnel de tous », — M. Mansion n'avait en vue que les systèmes admettant le transfert des suffrages de liste à liste sans le consentement des électeurs et des candidats, systèmes que je considère tous comme inadmissibles, — l'éminent mathématicien belge dit en parlant du système suisse des plus grands restes : « Un parti en minorité dans le pays, s'il se divise habilement en deux ou trois *sous-partis* dans chaque circonscription électorale, augmente ses chances et peut conquérir la majorité au Parlement⁴. »

Il est certain qu'un parti peut avoir avantage à présenter deux ou plusieurs listes séparées si les restes que présenteront ces listes sont de ceux auxquels le système suisse attribue des sièges complémentaires. C'est là un des inconvénients réels du système suisse. Il ne faut pas l'exagérer ni en diminuer la gravité. Mais je crois qu'un parti qui aurait recours, dans chaque circonscription, à de pareilles habiletés risquerait fort d'en être la dupe, et de tirer de son machiavélisme plus de mécomptes et de pertes que de profits, même si le parti qui a la majorité ne déjouait pas ses calculs d'avance en se divisant, lui aussi, en sous-partis.

Supposons que les électeurs d'une circonscription aient droit à un député à raison de 10.000 électeurs. Nous admettrons que ce nombre répartiteur est connu d'avance, soit exactement, soit d'une manière suffisamment approchée. Supposons, par exemple, que l'un des partis compte 30.000 électeurs. Il a droit à 3 sièges exactement. S'il se divise en 2 sous-partis de 15.000 électeurs, il a beaucoup de chances de ne recueillir que 2 sièges en tout, car les deux excédents de 5.000 suffrages ne compteront probablement pas parmi les plus grands restes auxquels le système suisse attribue des sièges complémentaires. Il ne peut avoir évidemment aucun avantage à se diviser en 3 sous-partis égaux. C'est en se divisant en 4 sous-partis de 7.500 électeurs qu'il a peut-être le plus de chance d'obtenir 4 sièges au lieu de 3. Seulement, il est fort possible et même probable qu'après avoir distribué les premiers sièges complémentaires aux restes plus grands que 7.500, il ne reste plus assez de sièges complémentaires à répartir pour en donner un à chacun des 4 sous-partis de 7.500 électeurs. Et il n'est même pas impossible que tous les sièges complémentaires reviennent à des restes plus grands que 7.500.

⁴ *Loc. cit.*

⁴ *Bull. des sc. math.* p. 204.

Je crois qu'en général la possibilité — plus ou moins problématique — d'obtenir un siège de plus ne compensera pas le risque d'en perdre trois.

Au contraire, si l'on applique le système d'Hondt, des partis ayant des programmes plus ou moins différents ne peuvent qu'avoir avantage à pactiser ensemble et à ne présenter qu'une seule liste de coalition pour obtenir dans la répartition des sièges une part grossie outre mesure, ou pour éviter que le mécanisme particulièrement disproportionnel du système d'Hondt ne fonctionne d'une manière désastreuse à leur détriment.

Supposons que, dans une circonscription de 60.000 électeurs ayant 4 représentants à élire, le parti conservateur compte 28.000 adhérents et les partis démocratiques 32.000. Si le parti conservateur ne présente qu'une seule liste, et les partis démocratiques une seule également, les deux listes obtiendront chacune, quand on applique le système d'Hondt aussi bien que quand on applique le système suisse, la moitié des 4 sièges à répartir.

Mais, en général, les partis démocratiques, divergents par essence, plus ou moins modérés ou avancés, ne sont point aussi unis que les partis conservateurs¹. Supposons que les situations de l'exemple précédent soient renversées, que le parti conservateur recueille au lieu de 32.000 suffrages 28.000 (sur 60.000), et que les partis républicains en reçoivent 32.000, c'est-à-dire la majorité. Dans ces conditions, ne sera-t-il pas plus que difficile de faire marcher ensemble toutes les fractions du parti républicain en majorité? C'est une chose qui n'est même pas toujours possible au *second tour* de scrutin du système majoritaire.

Si le parti conservateur ne présente qu'une seule liste de candidats, et les partis républicains une seule également, la répartition sera la même que dans l'exemple précédent : chacune des listes recevra la moitié des sièges.

Mais supposons que le parti conservateur présente une liste unique (ou, ce qui revient au même, qu'il ne vote que pour une seule liste tout en se donnant l'apparence d'en présenter plusieurs), et que les partis républicains, chose assez vraisemblable, en présentent cinq (liste modérée, liste de l'Alliance démocratique, liste radicale, liste radicale-socialiste, liste collectiviste), et que ces cinq

listes, se partageant les 32.000 suffrages républicains, obtiennent chacune entre 5.000 et 7.000 voix.

Qu'arrivera-t-il avec le système d'Hondt?

Le parti conservateur qui a recueilli 28.000 suffrages sur 60.000 recevra le premier des 4 sièges à répartir. Il n'y a rien à dire. C'est justice.

Le deuxième siège lui est également attribué. La liste conservatrice n'a pas obtenu la moitié des suffrages exprimés (30.000 sur 60.000). Mais, si l'on admet dans une certaine mesure le transfert des suffrages de liste à liste sans le consentement des électeurs et des candidats, ce siège lui revient également.

Enfin, le troisième et le quatrième siège sont attribués, eux aussi, tous les deux, d'après les règles du système d'Hondt, à la liste réactionnaire.

De quel droit? « Ce droit, vous le savez, c'est le droit du plus fort », fait dire au Lion le fabuliste. « C'est le droit du parti qui a le chiffre électoral le plus élevé », a dit, à son tour, M. d'Hondt.

Et c'est ainsi que, prétendant substituer un système de représentation « proportionnelle » au système majoritaire, inadmissible parce qu'il attribue la totalité des sièges à la *moitié plus un* des électeurs, il attribue la totalité des sièges de la circonscription à un parti *qui n'a même pas obtenu la moitié des suffrages exprimés*. Et le désastre d'une répartition aussi monstrueuse au détriment des électeurs républicains qui sont la majorité (32.000 sur 60.000) sera, grâce au système d'Hondt, définitif et irréparable, *le second tour de scrutin du système majoritaire étant supprimé!*

En réalité, rien de moins fondé que cette prétention d'assurer, par le système d'Hondt, la majorité des sièges à la majorité vraie, ni de plus léonin que ce mode de partage, qui attribue la totalité des sièges de la circonscription — comme si les 60.000 électeurs avaient *tous* voté pour la liste conservatrice — à un parti, à une coalition qui n'a pas obtenu la moitié des suffrages émis par les électeurs de la circonscription.

Il n'est guère possible de fausser et de renverser plus complètement les rapports et les proportions : les partis démocratiques, en minorité avec 28.000 suffrages sur 60.000, obtiennent deux sièges sur quatre, et n'en obtiennent *aucun* quand, réunissant 32.000 suffrages sur 60.000, ils forment la majorité du corps électoral. Qu'un système destiné à réaliser la proportionnalité puisse rendre possibles de pareils résultats, cela suffit pour le condamner, et pour montrer que son application, préconisée en France par la Ligue pour la Représentation proportionnelle, ne constituerait que l'ombre d'une réforme, une grossière et bien dangereuse caricature de la représentation proportionnelle.

Alfred Meyer.

¹ Dans son *Histoire des variations*, Bossuet avait déjà constaté, en s'étendant sur la multiplicité des sectes protestantes, que la pensée libre engendre la diversité des opinions. Un philosophe mort récemment, Charles Renouvier, a mis en parallèle, dans l'un de ses écrits, la « difficulté à peu près insurmontable pour les opinions réformatrices, toujours et nécessairement très divisées, de s'entendre sur le nom d'un candidat, à moins de se sacrifier elles-mêmes », et « l'extrême facilité d'agir donnée à l'opinion conservatrice... parce qu'il est relativement aisé de se coaliser pour le succès d'un candidat dont toute la mission soit de résister au progrès ».

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE MINÉRALE

Lorsqu'on parcourt les publications périodiques, on est frappé par le nombre prodigieux de Mémoires de Chimie organique et par la place restreinte qu'y occupe la Chimie minérale. En 1903, le nombre des Mémoires relatifs à la Chimie organique s'est élevé à 1.950, tandis que ceux de Chimie minérale n'atteignaient pas le chiffre de 500. On peut dire qu'à l'heure actuelle presque tous les laboratoires dirigent tous leurs efforts vers la Chimie du carbone.

Pourquoi cette préférence? Les grands hommes que la Chimie minérale illustra ont-ils emporté avec eux les secrets d'une science qui a acquis entre leurs mains un si beau développement?

Gay-Lussac, Berzélius, Thénard, Sainte-Claire Deville, Dumas, Frémy n'ont pas tellement épuisé tous les sujets qu'on ne trouve plus à glaner après eux.

La Chimie organique a l'attrait de la formule. Un beau schéma fascine l'esprit, beaucoup plus qu'une formule très simple; il est de plus un guide dans les réactions à accomplir pour en obtenir la réalisation pratique. En outre, les méthodes d'investigation naissent à chaque pas de la Chimie organique. Elles se renouvellent, se perfectionnent, et, toutes les fois que l'une d'elles apparaît, elle apporte à la science un contingent nombreux de faits nouveaux.

En Chimie minérale, au contraire, ces méthodes sont restreintes. On vit sur le passé, un passé glorieux, qui a doté le monde d'un ensemble d'industries chimiques représentant une immense production de richesses et de capitaux.

Cependant, dans ces dernières années, une véritable révolution s'est produite dans les laboratoires par la découverte de deux agents puissants qui ont permis d'accomplir des réactions jusque-là très difficiles et même impossibles à réaliser.

Le four électrique, découvert par M. Moissan, et les gaz liquéfiés ont ouvert deux chimies nouvelles tout à fait opposées : la chimie des hautes températures et la chimie des basses températures. A l'aide du four électrique, on a pu atteindre des températures très élevées, peut-être supérieures à 3.500°; avec les gaz liquéfiés, on s'est rapproché du zéro absolu.

Immédiatement et sous l'impulsion de ces deux outils nouveaux, la Chimie minérale a pris une autre face. Des métaux, qu'il avait été impossible d'isoler jusque-là, ont été préparés à l'état pur par M. Moissan. Les carbures, les siliciures, les borures métalliques ont vu le jour pour la première fois.

Par l'emploi des gaz liquéfiés, les anciens gaz permanents ont disparu et leur obtention facile et à bon marché a permis à Ramsay d'isoler de l'argon liquide les nouveaux gaz satellites de celui-ci : xénon, krypton, néon.

Une nouvelle période d'éclat était ouverte pour la Chimie minérale. Elle fut à la fois si brillante et si féconde que tous les travaux publiés dans ces derniers temps ont paru peu importants à côté des découvertes des nouveaux gaz de l'air ou des corps obtenus à l'aide du four électrique.

Cependant, tous ces travaux, si modestes qu'ils soient, ont contribué au développement de la Chimie et, à ce titre, ils méritent d'être signalés.

De l'examen des 450 Mémoires de Chimie minérale parus dans l'année, il ressort que l'on peut classer en quatre groupes l'ensemble des travaux : ceux qui ont trait aux hautes températures, aux basses températures, à l'action de l'eau oxygénée et aux métaux divisés, réservant pour un dernier chapitre un ensemble de travaux intéressants ne pouvant figurer dans aucun de ces quatre groupes.

I. — HAUTES TEMPÉRATURES.

L'introduction du four électrique dans la science a permis de réaliser les synthèses les plus délicates et, en particulier, la formation du diamant noir et du diamant transparent.

Jusqu'à l'apparition de cet appareil nouveau, la science et l'industrie chimiques avaient utilisé les hautes températures fournies par la combustion du charbon, par les fours Siemens et par le chalumeau à gaz oxygène et hydrogène. Toutes ces températures, qui ne dépassaient pas 1.800°, étaient insuffisantes pour effectuer la réduction de certains oxydes métalliques ou la préparation des carbures et siliciures de la plupart des métaux. Il y avait dans la science chimique un vide qui nécessitait, pour être comblé, l'emploi de températures beaucoup plus élevées que celles qu'on savait produire. C'est à la production de ces températures que M. Moissan a consacré ses efforts.

Depuis 1892, époque à laquelle le premier modèle de four électrique a été présenté à l'Académie des Sciences, M. Moissan n'a cessé d'apporter chaque année une contribution nouvelle à l'histoire des métaux, des carbures, des siliciures et des borures métalliques, et, quand parut la synthèse de tous ces travaux dans le *Four électrique*, publié en 1897, on aurait pu penser qu'il ne restait plus rien à faire dans cet ordre d'idées. Les décou-

vertes ont cependant continué depuis cette époque, et tous les ans la Chimie des hautes températures a marqué d'une pierre son étape glorieuse.

Cette année, M. Moissan et ses collaborateurs ont isolé, à côté d'un carbure de molybdène Mo^2C préparé antérieurement, un nouveau carbure MoC , analogue au carbure de tungstène découvert par Williams, et un carbure double de chrome et de tungstène, remarquable par sa grande dureté et sa stabilité parfaite. Ce corps nouveau peut présenter un réel intérêt au point de vue industriel; il permet d'espérer qu'en ajoutant du tungstène aux aciers chromés, dont l'emploi est si fréquent, on pourra modifier leurs propriétés et leur donner une dureté spéciale.

Les siliciures métalliques, dont l'étude avait pu être abordée pour la première fois à l'aide du four électrique, ont été complétés par la préparation de ceux de vanadium VdSi^2 et VdSi , de ruthénium SiRu , et de ceux de manganèse, SiMn^3 et SiMn ; ces corps, de formules simples comme celles des corps déjà connus, montrent très nettement, comme le disait M. Moissan, que « la chimie des hautes températures est une chimie simple ».

Ils possèdent, d'ailleurs, les propriétés générales des corps analogues; ils sont remarquables par leur grande dureté, puisqu'ils rayent le cristal de roche, la topaze et le rubis. Leur stabilité est parfaite.

Il est une question qui n'a pas été encore résolue: c'est celle de la température qu'on peut atteindre dans le four électrique. M. Violle admet que le point de volatilisation du charbon serait de 3.500° . Mais M. Moissan a montré que, lorsqu'on fait varier l'intensité du courant, la température de l'arc varie dans le même sens: elle augmente avec l'intensité.

Par l'emploi du four électrique, l'industrie des métaux pourra se perfectionner comme l'a déjà fait l'industrie du carbure de calcium.

II. — BASSES TEMPÉRATURES.

Le développement de la Chimie des basses températures est un des traits les plus saillants de l'histoire scientifique des dernières années du XIX^e siècle. De nombreuses questions du plus haut intérêt ont pu être résolues. Sans parler des effets produits par les froids intenses dans le domaine de la Physique (variations dans les propriétés optiques de certains corps, exaltation des phénomènes de phosphorescence, décroissance de la résistance des métaux, augmentation de la perméabilité magnétique, etc), ou dans le domaine de la Chimie (abolition presque complète de l'affinité chimique: le phosphore, le potassium, le sodium n'ont aucune action sur l'oxygène liquide), l'emploi des basses

températures a permis de résoudre ce problème, qui n'était même pas posé au moment de la découverte de l'argon: l'air est composé de plusieurs gaz, inertes comme l'argon lui-même. On sait avec quel succès Ramsay a pu isoler le néon, le krypton, et le xénon, par la méthode de fractionnement aux basses températures.

C'est grâce aux efforts persévérants de l'Institution Royale de Londres et à la direction du Professeur Dewar que la liquéfaction et la solidification des gaz permanents ont pu être menées à bonne fin. De 1892 à 1900, l'Institution Royale marcha de triomphe en triomphe: l'oxygène, l'air, l'hydrogène furent solidifiés. Et, chaque fois qu'un élément apparaissait sous un nouvel état, on descendait sur l'échelle des températures: on se rapprochait du zéro absolu. C'est l'hydrogène solide, fondant à 13° au-dessus du zéro absolu, qui constitue l'extrême limite atteinte jusqu'à présent. On peut penser que l'hélium, corps plus volatil que l'hydrogène, réduira encore de quelques degrés la distance qui nous sépare du zéro absolu; mais ce sera tout, et rien ne laisse prévoir que ce zéro puisse être atteint. L'hélium est, de tous les gaz, celui qui résiste encore à toutes les tentatives de liquéfaction. Même sous une pression de 60 atmosphères et dans un vase refroidi à 13° absolus (-260°) par de l'hydrogène partiellement solidifié, il ne s'est pas liquéfié.

Le fluor, que MM. Moissan et Dewar avaient obtenu à l'état liquide en 1897, vient d'être solidifié par ces deux savants. Ils ont placé un tube plein de fluor dans de l'hydrogène liquide; les parois du tube se sont recouvertes de gouttelettes donnant un liquide jaune qui n'a pas tardé à se solidifier. Le fluor solide est un corps blanc, dont le point de fusion est légèrement inférieur au point de fusion de l'oxygène, qui est de 38° absolus (-235°). Il serait voisin de 35° absolus (-238°).

Il était intéressant de connaître l'activité chimique du fluor solide. On sait quelle énergie d'affinité caractérise le fluor gazeux. Déjà à l'état liquide elle est considérablement réduite; le fluor liquide n'attaque pas le verre; il est sans action sur l'eau, le mercure. Mais il réagit encore avec incandescence sur l'hydrogène et sur les hydrocarbures. A l'état solide, il conserve encore une affinité puissante pour l'hydrogène, ainsi que le montre l'expérience suivante faite par MM. Moissan et Dewar: Un tube contenant du fluor solidifié a été ouvert dans de l'hydrogène liquide. Immédiatement une explosion violente s'est produite avec mise en liberté d'une quantité de chaleur telle que toute la masse a été portée à l'incandescence et que l'hydrogène a pris feu. Tube et vase ont été réduits en poussière.

L'air liquide — que l'on obtient aujourd'hui à un prix de revient si faible, puisque, lorsqu'on le

prépare par grandes quantités, il peut être livré à moins de deux centimes le litre — devait naturellement éveiller l'attention des industriels. On sait qu'il est employé avantageusement pour la préparation de l'oxygène liquide, à l'aide d'un appareil construit par Linde, spécialement pour cet usage. Des expériences effectuées par la Société des machines à glace Linde, en 1898, il résulte qu'un mélange d'oxygène liquide, plus ou moins souillé d'azote, et d'une substance oxydable se comporte d'une manière analogue à la dynamite, c'est-à-dire que, si on l'enflamme au moyen de capsules détonantes, il produit des explosions à effet brisant. Ce mélange explosif, qui peut être préparé à la pression atmosphérique, s'obtient à très peu de frais. C'est cet explosif qui est employé pour le percement du tunnel du Simplon. Deux machines de Linde, produisant 6 à 7 litres d'air liquide par heure, ont été installées dans ce but à Brigue et à Domo d'Ossola. Les grandes espérances que l'on a fondées sur les applications industrielles de l'air liquide vont au delà des limites prévues.

Dans ces derniers mois, l'emploi de l'air liquide a permis de résoudre définitivement la question de l'anhydride azoteux. On sait que, des nombreuses combinaisons que l'azote forme avec l'oxygène, seul l'anhydride azoteux Az^2O^3 n'avait pu être isolé avec certitude. En faisant éclater l'étincelle dans un mélange d'azote et d'oxygène, on admet qu'il se forme de l'oxyde azotique AzO , qui, au contact d'un excès d'oxygène, se transforme en peroxyde AzO^2 absorbable par les alcalis. Au lieu d'opérer sur les gaz oxygène et azote, M. Helbig a eu l'idée de faire passer les étincelles dans de l'air liquide. Il a vu apparaître à la surface des flocons de couleur bleu-verdâtre, qui, après l'élimination de l'air liquide en excès, forment une poudre amorphe d'un azur très pâle, fondant à -111° en donnant un liquide bleu. Resolidifié à l'aide de l'air liquide, il garde cette couleur. Si on élève la température jusque vers -100° , il se décompose partiellement en oxyde azotique AzO et peroxyde Az^2O^4 . Après une heure d'action des étincelles sur 300 centimètres cubes d'air liquide, Helbig a recueilli 0 gr. 3 d'anhydride azoteux solide.

Plus récemment, Francesconi et Sciacca, en employant pour le refroidissement de l'air liquide, ont réussi à combiner :

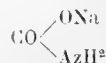
- 1^o De l'oxygène et de l'oxyde azotique liquide;
- 2^o De l'oxyde azotique solide avec de l'oxygène gazeux;
- 3^o De l'oxyde azotique gazeux avec de l'oxygène liquide.

Dans les trois cas, ils ont toujours obtenu de l'anhydride azoteux Az^2O^3 , même en présence d'un excès d'oxygène. D'après ces savants, cet anhydride

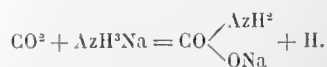
serait stable à la pression ordinaire jusqu'à la température de -21° .

Des combinaisons que forme l'ammoniac liquéfié avec les métaux alcalins, seuls le sodammonium et le potassammonium avaient pu être isolés depuis déjà longtemps par M. Joannis. Ce savant avait, en partant de ces composés, préparé aussi le potassium-carbonyle et le sodium-carbonyle et enfin les azotures alcalins.

Tout récemment, M. Rengade, ayant fait réagir l'anhydride carbonique sur ces composés, a obtenu, au-dessous de -50° , un carbamate alcalin :



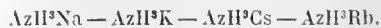
avec dégagement d'hydrogène selon la réaction suivante :



A une température moins basse, il se produit, en même temps que cette réaction, un formiate alcalin; on se trouve là en présence d'une réaction élégante pouvant donner naissance aux carbamates alcalins.

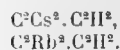
Les réactions indiquées par M. Joannis pouvaient-elles être généralisées, et les autres métaux de la famille du sodium étaient-ils capables de se combiner à l'ammoniac ?

M. Moissan, poursuivant ses recherches sur de nouveaux composés du césium et du rubidium, a pu préparer, après les hydrures de ces métaux, le césium-ammonium et le rubidium-ammonium, en faisant arriver l'ammoniac liquéfié au contact du métal brillant. La préparation est très délicate avec le césium, qui prend feu au contact de l'air et ne peut être manié que dans un gaz inerte bien sec. Les corps résultant de la combinaison de l'ammoniac liquéfié avec le césium et le rubidium sont analogues à ceux qu'on obtient avec le potassium et le sodium. Ils complètent heureusement la série de ces composés ammoniacaux alcalins, et répondent tous à une même formule AzH^2M :



La tâche de M. Moissan ne s'est pas bornée là. Ainsi qu'il l'avait démontré en 1898, l'action de l'acétylène gazeux agissant sur les métaux ammoniums en solution dans l'ammoniac liquéfié conduit à la formation des carbures de potassium, de sodium, de calcium et de lithium.

Appliquant la même méthode, M. Moissan a obtenu, par action d'un courant de gaz acétylène sur les solutions de césium-ammonium et de rubidium-ammonium dans l'ammoniac liquéfié, des composés parfaitement définis répondant aux formules :



Ce sont des acétylures acétyléniques de césium et de rubidium, composés cristallisés, fondant le premier vers 300°, le second au-dessus de cette température. Ils prennent feu au contact du fluor, du chlore, du brome, de la vapeur d'iode. Ils deviennent incandescents en présence du soufre liquide ou au contact du phosphore et de l'arsenic légèrement chauffés. Enfin, lorsqu'on essaie de les réduire par divers agents, ils donnent lieu à des réactions très violentes. Ce sont de véritables explosifs.

Lorsqu'on essaie de chauffer ces acétylures acétyléniques dans le vide, ils perdent de l'acétylène. On obtient à la suite de cette dissociation les carbures de césium et de rubidium :



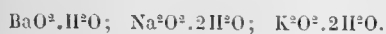
Ces nouveaux carbures complètent encore la liste des carbures alcalins et alcalino-terreux de même formule. Leurs propriétés, d'ailleurs, sont de tous points comparables à celles de ces carbures. Ce sont, en effet, des réducteurs très énergiques, qui se combinent à froid à la plupart des métalloïdes avec un grand dégagement de chaleur; ils décomposent l'eau à froid avec dégagement d'acétylène pur.

L'emploi de l'ammoniac liquéfié, c'est-à-dire d'un corps obtenu à une basse température, de beaucoup éloignée cependant de celle que donne l'air liquide, a permis d'obtenir toute une série de corps du plus haut intérêt, qui viennent généraliser d'une façon remarquable les connaissances qu'on possédait sur des corps de la même famille.

L'action de l'anhydride carbonique sur le césium-ammonium et sur le rubidium-ammonium conduira sans doute à une réaction identique à celle que donnent le sodammonium et le potassammonium, fournissant ainsi les carbamates de césium et de rubidium.

III. — RÉACTIONS OBTENUES AVEC L'EAU OXYGÉNÉE.

On connaît depuis très longtemps l'action oxydante qu'exerce l'eau oxygénée sur la plupart des corps. L'arsenic, le sélénium, le tungstène sont convertis en acides; le potassium, le sodium et le magnésium sont transformés en hydrates; les carbures éthyléniques engendrent des glycols. Un grand nombre d'hydrates passent à l'état de peroxydes, et ces réactions ont été observées depuis de nombreuses années déjà par Thénard. En traitant de l'eau de baryte, une solution de soude ou de potasse caustiques, par de l'eau oxygénée, on obtient les hydrates de peroxydes :



La chaux, l'oxyde de zinc, etc., sont transformés

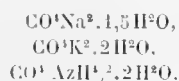
de même, au contact d'eau oxygénée, en peroxydes correspondants.

Cette action oxydante, due à la facilité avec laquelle l'eau oxygénée cède une partie de son oxygène, a été employée dans ces dernières années à produire des réactions qui ont permis d'enrichir la science de nombreux hyperacides et de leurs sels correspondants.

L'action de l'eau oxygénée sur l'acide chromique, qui fournit avec tant de facilité l'acide perchromique, signalée pour la première fois en 1860, par Bareswill et Schönbein, était resté un fait isolé, et, de 1860 à 1882, aucun effort nouveau n'avait été tenté dans cette voie.

De nombreux savants, et en particulier Tanatar, Melikoff, Pissarjewski, ont repris cette question en étudiant l'action oxydante de l'eau oxygénée sur les acides et leurs sels métalliques.

En faisant réagir du bioxyde d'hydrogène sur une solution froide d'un carbonate alcalin, Tanatar a obtenu des percarbonates cristallisés de formule :



Ces sels jouissent de propriétés réductrices intenses; qui les ont fait employer par l'industrie pour décolorer la laine, le coton, la soie, les plumes. Il devenait intéressant pour elle de les préparer à bon marché sans le concours de l'eau oxygénée. Aujourd'hui on obtient en grand ces percarbonates par l'électrolyse à basse température (— 10 à — 20°) des carbonates alcalins correspondants.

Les solutions alcalines d'acide borique sont transformées de même par H^2O^2 en métaborates suroxydés de formule $BO^2Na. 4H^2O$.

Toutes ces réactions n'ont pas tardé à être généralisées, et l'on a constaté que, dans la famille du chrome en particulier, la formation d'hyperacides et de leurs sels est très aisée.

L'acide molybdique et les molybdates fournissent de l'acide permolybdique très stable $Mo^2O^2H^2$ et les permolybdates correspondants. Les tungstates et les uranates se transforment en pertungstates et peruranates.

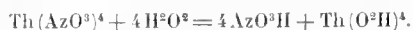
Récemment, Pissarjewski, ayant traité les anhydrides tungstique, molybdique et uranique par de l'eau oxygénée, a obtenu les hyperacides de formules :



analogues à l'acide perchromique CrO^2H^2 . Ces trois composés nouveaux tranchent définitivement la question de la formule à attribuer à l'acide perchromique, qui doit être la formule CrO^2H^2 proposée par M. Moissan.

Dans la famille du titane, seul l'acide titanique

avait pu être peroxydé et transformé en acide per-titanique TiO^3 . Les sels de zirconium, de cérium et de thorium ont subi le même sort cette année. En ajoutant une solution à 30 % d'eau oxygénée à une solution concentrée de nitrate de thorium, on obtient un précipité gélatineux de peroxyde :



Avec les azotates de zirconium et de cérium, on obtient de même $Zr(O^2H)^4$ et $Ce(O^2H)^4$.

Quelle constitution faut-il attribuer à tous ces corps ?

Les hyperacides, comme leurs sels, doivent tous être considérés comme appartenant au type eau oxygénée, et par conséquent le groupe divalent



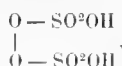
doit entrer dans leur formule de constitution.

C'est ainsi que les acides permolybdique, perchromique, etc., auront pour formules :

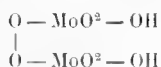


où l'hexavalence du molybdène, du chrome, etc., est maintenue.

L'acide permolybdique de Péchard $Mo^2O^8H^2$ aura une constitution analogue à celle de l'acide persulfurique :

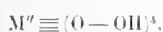


et sera



où encore se trouve respectée l'hexavalence du molybdène.

Enfin, les corps de la famille du thorium seront représentés par la formule de constitution :



où M (= thorium, zirconium, cérium) est tétravalent.

L'action oxydante de l'eau oxygénée s'arrêtera-t-elle à la formation de ces hyperacides ou pourra-t-elle être poussée plus loin ? L'expérience suivante, décrite tout récemment par MM. Hoffmann et Hieldmayer, permet de penser qu'on n'a pas encore atteint la limite extrême de l'oxydation. Ces deux auteurs ont pu obtenir, en effet, des sels d'un acide perchromique plus oxygéné que CrO^6H^2 . Ils ont refroidi une bouillie d'hydrate chromique précipité par l'ammoniaque étendue de la moitié de son volume d'eau. En ajoutant, à 3 parties en poids de ce mélange, 2 parties d'eau oxygénée à 30 % et

continuant à refroidir, puis enfin 3 parties d'ammoniaque à 10 %, ils ont vu se déposer de petits cristaux rouge foncé, très altérables par l'eau, même à froid, qui les décompose violemment en oxygène et chromate d'ammonium. Leur composition est $CrO^6(AzH^3)^2$, sel neutre d'un acide dioxychromique $CrO^6(OH)^2$. Ce sel possède la propriété curieuse de déflagrer comme de la poudre à canon quand on le chauffe à sec ou qu'on le touche avec de l'acide sulfurique concentré. Il détone violemment par le choc, en laissant un résidu de sesquioxyde de chrome.

Cet exemple, encore isolé, est-il susceptible d'être généralisé ? Et les acides analogues à l'acide chromique pourront-ils atteindre ce degré d'oxydation ? En tout cas, c'est un fait extrêmement curieux, qui méritait d'être signalé.

IV. — MÉTAUX DIVISÉS.

Les métaux ont joué dans ces dernières années un rôle prépondérant dans les synthèses de la Chimie organique et, à ce titre, il convient de rappeler rapidement leur histoire. Avec leur concours, il a été facile d'obtenir des corps que les laboratoires ne savaient pas préparer.

Le magnésium, par sa combinaison directe avec la majeure partie des composés du carbone, a ouvert une voie nouvelle à la synthèse organique. Il est devenu entre les mains des chimistes un instrument facile à manier et donnant des composés qui présentent, sur les composés organo-métalliques du zinc, l'avantage de ne pas s'enflammer au contact de l'air.

Il serait trop long d'énumérer ici les nombreuses réactions obtenues avec ce métal. Disons seulement que le magnésium joue le rôle de support et qu'il est définitivement perdu.

Bien différente est la façon dont se comportent les métaux divisés. Depuis 1897, le nickel, le fer, le cobalt et le cuivre provenant de la réduction de leurs oxydes, et, par suite, se trouvant dans un état d'extrême division, ont été employés par MM. Sabatier et Senderens à la réalisation de réactions d'hydrogénation et de réduction du plus grand intérêt. Ces métaux divisés, qui avaient permis à ces savants de préparer quelques années auparavant les *métaux nitrés* Cu^2AzO^2 , Co^2AzO^2 et Ni^2AzO^2 par action à froid du peroxyde d'azote, possèdent des propriétés catalytiques du plus haut intérêt, qui ont fait l'objet d'une étude longue et minutieuse non encore terminée.

Le nickel, en particulier, est de tous les métaux celui qui jouit des propriétés catalytiques les plus étendues. Il permet de transformer l'oxyde de carbone et l'anhydride carbonique en méthane, réali-

sant ainsi une synthèse élégante de ce gaz; les dérivés nitrés gras ou aromatiques, les nitriles sont changés en amines, les aldéhydes et les cétones en alcools. Mais l'hydrogénation la plus importante est celle qui permet la fixation de 6 atomes d'hydrogène sur le benzène et ses homologues, sur le phénol, les crésols, les amines, qui sont ainsi transformés en dérivés hexahydrogénés correspondants. Méthode féconde et précieuse, permettant d'obtenir en grande quantité des corps, comme le cyclohexane et ses homologues, qu'on retirait jusqu'à présent avec tant de peine du pétrole du Caucase, ou d'autres corps inconnus ou mal connus, tels que le cyclohexanol, les méthylcyclohexanols, les cyclohexylamines.

Le cuivre, le cobalt, le fer jouissent de propriétés catalytiques moins actives. Tous ces métaux servent de support à l'hydrogène, avec lequel ils forment sans doute une hydrure instable facilement dissociable en métal et hydrogène, très actif, éminemment propre à accomplir ce genre de réaction.

La Chimie organique trouve ainsi dans la Chimie minérale un aide précieux : c'est un exemple de plus à l'actif de l'unité de la science chimique. Et ceci montre encore une fois combien il est artificiel de vouloir séparer la Chimie en Chimie organique et en Chimie minérale.

A côté de ces métaux divisés, qui produisent des réactions catalytiques du plus haut intérêt, il existe d'autres métaux, dits colloïdaux, dont l'extrême division produit aussi des effets catalytiques encore mal expliqués, et dont l'étude a pris dans ces derniers temps un grand développement. On sait ce qu'il faut entendre par colloïde. On désigne par ce terme des substances qui peuvent être ou liquides ou solides; les substances liquides ont reçu le nom d'*hydrosols*. Sous certaines actions bien déterminées, ces hydrosols peuvent se transformer en substances solides, qui, primitivement, se trouvent voisines des dissolutions, mais qui ne tardent pas à prendre peu à peu l'aspect de corps gélatineux solides, que l'on a nommés *gels* ou *hydrogels*. Ces colloïdes liquides (sols) ou solides (gels) possèdent, d'ailleurs, des propriétés spéciales très nettes, les différenciant des cristalloïdes, et dont quelques-unes ont été énoncées déjà en 1861 par Thomas Graham, au moment où il fit la distinction entre ces deux corps.

Les différents colloïdes peuvent être répartis, d'ailleurs, d'après leurs propriétés en deux groupes principaux : Dans un premier groupe prennent place les colloïdes organiques à poids moléculaire élevé, caractérisés par une vitesse de diffusion très faible, par leur état amorphe; leurs solutions présentent toujours une faible pression osmotique et polarisent la lumière. Enfin ces pseudo-solutions,

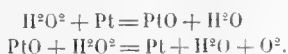
sous des influences variées, précipitent sous forme d'hydrogel les substances salines qui les accompagnent dans les solutions.

Dans un deuxième groupe, on peut classer tous les colloïdes pouvant être assimilés à des suspensions de matière dans l'eau ou dans des liquides quelconques. Ce sont les solutions colloïdales de métaux qui ont été, dans ces dernières années, l'objet de discussions nombreuses. Dans ces solutions, on admet que les métaux sont dans un état de division extrême et que ces particules infiniment petites sont maintenues en suspension par un mouvement capillaire ou par une force électro-capillaire.

Deux méthodes permettent d'arriver à la préparation de ces métaux colloïdaux : une méthode chimique, une méthode physique.

La méthode physique, due à Bredig, consiste à faire jaillir, au sein d'une eau rigoureusement pure, les étincelles de l'arc électrique entre deux fils du métal qu'on veut obtenir sous la forme colloïdale. Avec le platine, par exemple, on voit les fils qui forment les électrodes se désagréger partiellement et prendre un état particulier dans lequel le métal est capable de passer avec l'eau au travers d'un filtre, de manière à constituer un liquide d'apparence homogène, une sorte de solution (d'hydrosol) du métal employé. On peut obtenir de même les solutions d'argent et d'or colloïdal.

Ces solutions possèdent des propriétés catalytiques remarquables. Celles de platine, en particulier, décomposent l'eau oxygénée en mettant l'oxygène en liberté, et cette action est telle qu'il suffit de 1 milligramme de métal dans 350 litres d'eau pour provoquer le dédoublement. Le mécanisme consisterait, d'après Bredig, qui l'a minutieusement étudié, en une oxydation suivie d'une réduction :



La méthode chimique, signalée pour la première fois par Carey Lea, en 1889, consiste dans la réduction des sels métalliques solubles par un excès d'un autre corps colloïdal. C'est ainsi qu'il obtint, le premier, l'argent colloïdal, en réduisant une solution de nitrate d'argent par du sulfate ferreux en présence de citrate de soude. Cette méthode conduit à l'obtention de métaux colloïdaux d'une pureté moins grande. Il est, en effet, presque impossible de débarrasser complètement les solutions colloïdales ainsi obtenues des corps qui ont servi à les préparer. Et même a-t-on bien affaire à des solutions d'un métal divisé? M. Hanriot, ayant analysé avec un soin très minutieux trois argents colloïdaux différents : le collargol, l'argent colloïdal de Carey Lea, et le silicargol, est arrivé à

cette conclusion que, dans le cas du collargol, la matière albuminoïde fait partie intégrante de la molécule et qu'elle ne constituerait pas une impureté. Dans le cas de l'argent colloïdal de Carey Lea, ce serait l'oxyde ferrique, et, pour le silicargol, la silice qui entreraient en combinaison. Il va même plus loin : il admet que le prétendu collargol ne serait autre qu'un acide particulier de l'argent, l'acide collargolique.

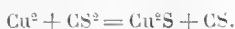
Quoi qu'il en soit, ces métaux colloïdaux obtenus par voie chimique possèdent des propriétés intéressantes. Ils sont solubles dans l'eau en donnant des solutions colorées non dialysables, qui sont précipitables à la manière des colloïdes par la plupart des sels neutres : carbonate de soude, nitrate de potasse, sulfate de cuivre, perchlorure de fer, etc. Soumises à l'électrolyse, elles donnent un dépôt métallique au pôle positif.

En réduisant des solutions de concentration variable de chlorure d'or par du chlorhydrate d'hydroxylamine, on obtient, en particulier, un hydrosol qui présente des colorations pouvant varier du violet au rouge, au bleu et au vert.

V. — TRAVAUX DIVERS

MM. Moissan et Rigaut ont utilisé le calcium, qui possède la propriété de se combiner à l'azote et à l'hydrogène, pour obtenir de l'argon très pur, et ils ont appliqué cette méthode à la détermination des quantités d'argon contenues dans l'air des divers pays. Les résultats obtenus montrent que la teneur en argon est constante et voisine de 0 c.c. 933 pour 100 c.c. d'air, aussi bien dans l'air de Paris et de Berlin que dans celui qui a été recueilli au sommet du Mont-Blanc et de la Montagne-Pelée (Martinique). Un seul échantillon, pris dans l'Océan Atlantique, était plus riche : il renfermait 0 c.c. 9492 pour 100 c.c. d'air.

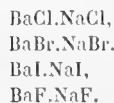
Le monosulfure de carbone CS, analogue à CO, avait été considéré jusqu'ici comme un corps hypothétique. En faisant passer de l'azote saturé de sulfure de carbone sur du cuivre chauffé, Julius Thomsen a obtenu le sulfure cuivreux et du monosulfure de carbone, selon la réaction très simple :



Il y a quelque temps, l'existence de ce gaz a été mise en doute.

M. Guntz, continuant ses travaux sur les sous-sels métalliques, a indiqué la formation des sous-sels de baryum. On sait que les sels d'argent, en particulier le chlorure, le bromure, le fluorure et l'iodure, peuvent donner des sous-sels correspondant aux formules Ag^4Cl^2 , Ag^4F^2 , etc. En particulier, en chauffant du fluorure d'argent avec de l'argent en

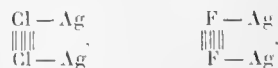
poudre, au-dessous de 90° , on obtient une matière bronzée de formule Ag^4F^2 , qui, chauffée avec de l'acide chlorhydrique en excès, forme du sous-chlorure d'argent Ag^4Cl^2 . On connaît aussi un sous-oxyde Ag^4O . M. Guntz avait, sans doute, espéré la généralisation de la formation de ces sous-sels, et il a essayé de les obtenir avec les chlorure, bromure, iodure et fluorure de baryum, qu'il a chauffés entre 800 et 1.000° avec du sodium métallique. Mais, au lieu du sous-sel simple de formule BaCl , BaBr , etc., il a obtenu les composés mixtes dus à l'union du sous-sel de baryum ainsi formé avec le sel de sodium qui a pris naissance. M. Guntz a ainsi préparé les corps suivants :



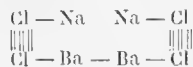
En chauffant ces sels dans le vide vers 700° , ils perdent le sodium, et le sel normal de baryum reprend naissance.

M. Christomanos a obtenu aussi un sous-oxyde de magnésium Mg^3O^2 . En refroidissant une flamme de magnésium par un corps solide, il se dépose un enduit gris qui serait ce sous-oxyde.

Que devient la notion de valence en présence de tels corps? Tandis qu'il est facile d'expliquer que les sous-sels d'argent peuvent exister grâce aux valences supplémentaires des éléments halogènes, il n'en est pas de même pour les nouveaux sous-sels mixtes de baryum et de sodium. Si l'on peut attribuer aux sous-fluorure et sous-chlorure d'argent les constitutions suivantes :



où les 2 atomes de chlore, ou les 2 atomes de fluor, échangent entre eux 6 valences, on ne voit pas très bien quelle serait la formule de constitution de BaCl.NaCl par exemple. Mais, si l'on attribue à ce corps la formule double, on peut l'écrire :



Il resterait, pour terminer cette revue, à parler des travaux effectués sur le radium et les corps radio-actifs. Après les nombreux articles parus ici-même et de divers côtés, il serait téméraire d'entreprendre ici un résumé forcément trop succinct et très incomplet de la question. Le lecteur retrouvera facilement les Mémoires originaux où la radio-activité est développée avec toute l'ampleur qu'il convient.

A. Mailhe,

Chargé d'un cours complémentaire de Chimie à l'Université de Toulouse.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Cox (John), M. A., F. R. S. C., Professor of Physics in McGill University, Montreal. — Mechanics. — 1 vol. de 332 pages et 148 figures. (Prix : 9 s.) Cambridge University Press, 1904.

L'auteur nous raconte qu'ayant enseigné la Mécanique pendant plus de dix ans, en suivant d'abord les méthodes classiques, il s'aperçut un jour que ses élèves, tout en ayant en leur parfaite possession pratique les concepts de cette science, n'avaient, en définitive, que des idées très vagues sur la corrélation existant entre les notions mathématiques et les réalités naturelles dont s'occupe la Mécanique. Il était arrivé ainsi à la conviction que seule la méthode historique est susceptible d'éclairer les jeunes intelligences, lorsque, ayant ouvert, il y a dix ans, le célèbre ouvrage de Mach, il y trouva, exposé avec une ampleur qu'il n'avait pas soupçonnée, le programme qui s'était peu à peu imposé à sa conviction; depuis cette époque, son enseignement s'est complètement pénétré des idées de l'éminent philosophe.

L'ouvrage de M. Cox est loin de l'étendue de son modèle; l'auteur ne prétend pas en avoir atteint la profondeur; il en a plutôt adapté le plan général à un enseignement qui procédait des mêmes tendances et des mêmes désirs, enseignement d'un degré moyen, inspiré des préoccupations pratiques des Anglo-Saxons. La description des expériences par lesquelles les créateurs de la Mécanique en dégagèrent les principes est parsemée d'anecdotes qui enlèvent à l'ouvrage les dernières traces de l'aridité à laquelle les traités nous ont accoutumés en cette matière.

Les principes sont d'abord établis : le levier et le centre de gravité, auxquels reste attaché le grand nom d'Archimède, le principe du plan incliné pour lequel Stevinus utilisa si judicieusement l'idée de l'impossibilité du mouvement perpétuel, la dynamique de la chute des corps avec le prodigieux effort de Galilée, le mouvement uniforme sur un cercle et la force centrifuge de Huygens, enfin le développement des principes de la Dynamique et le début de la Mécanique céleste, dont Newton posa les premières bases.

Si, dans cette partie, l'auteur suit pas à pas le développement historique et logique des principes, il n'est pas à ce point attaché à l'histoire que les démonstrations expérimentales plus modernes lui soient étrangères. L'emploi du diapason pour la mesure des petits intervalles de temps est rattaché à la méthode de Galilée, dont les expériences furent certes moins délicates. C'est là une façon de moderniser l'histoire qui rend, sans aucun doute, un enseignement très fructueux.

Arrivé à ce point, l'auteur reprend tout son exposé sous une autre forme. Il part, cette fois, du mouvement et de l'inertie, et revient, par une voie nouvelle, à la notion de la force et de la masse. Pour cette dernière, il met sous une forme excellente l'expérience qui pourrait nous la faire connaître en tout point de l'Univers, et qu'on oublie trop, parce que nous vivons dans un champ de force uniforme qui nous a donné la notion de la proportionnalité des poids aux masses au point que, pour beaucoup de professeurs et pour la majorité des élèves, la masse est consécutive au poids, et apparaît dans la Mécanique comme quotient de deux quantités toujours proportionnelles.

« Supposons, dit-il, que nous voulions acheter un livre de sucre. Notons que, en partant du point de vue

de Newton (masse = quantité de matière), nous serions heureux d'en avoir une masse aussi grande que possible; le poids, au contraire, c'est-à-dire l'effort avec lequel il les tend vers la terre, est un pur inconvénient lorsqu'il s'agit de porter le sucre à la maison, et nous serions heureux de supprimer le poids en conservant la masse.

« Pour déterminer ce qu'est une livre de sucre, le marchand pourrait placer sur le comptoir deux chariots légers, semblables en tous points; il les actionnerait successivement à l'aide d'un ressort, en ayant soin de les faire partir du même point, et de mesurer exactement le temps employé à parcourir une longueur déterminée, etc. »

Un tel exposé paraîtra enfantin à plus d'un lecteur; mais combien est-il d'élèves des écoles spéciales qui soient en état d'imaginer une telle expérience en partant de l'enseignement formel qui leur est donné?

Le troisième livre applique les notions acquises à quelques problèmes, tels que celui du mouvement sur une courbe donnée, ou celui des projectiles, le pendule simple, les forces centrales, le choc. L'ouvrage se termine par un exposé de quelques problèmes relatifs à la dynamique des corps rigides : pendule composé, pendule réversible de Kater (ou de Prony), enfin détermination de la constante de la gravitation, ce problème auquel, sans doute en souvenir de Newton, les savants anglais ont consacré tant de labeur. Reprocherons-nous à l'auteur d'avoir rattaché ce problème à celui qui consisterait à *peser la Terre*? L'expression est si erronée, surtout dans les idées développées par M. Cox, qu'il s'agit assurément d'un lapsus. M. Boys, dont l'élegant exposé de la question est classique, a montré toute la disproportion qui existerait, indépendamment de l'incorrection, à appliquer ce terme au grand problème de Cavendish.

Effleurant un détail, nous ne pouvons que constater, avec satisfaction, l'effort de l'auteur pour populariser par de nombreux problèmes les unités du système métrique, dont il donne une définition dont la correction pourrait faire envie à plus d'un auteur de langue française. La nécessité de faire encore une large part aux mesures anglaises semble lui peser. Espérons qu'il en sera délivré dans une seconde édition.

Si maintenant nous voulions caractériser en quelques lignes l'ouvrage de M. Cox, nous dirions qu'un débutant, après l'avoir lu, aurait sans doute encore beaucoup à apprendre en Mécanique; mais il aurait gagné des notions très claires et très exactes, qui lui rendraient particulièrement fructueuse l'étude des ouvrages plus avancés.

CH.-ED. GUILLAUME,
Directeur-adjoint du Bureau international
des Poids et Mesures.

2° Sciences physiques

Arnold (E.), Directeur de l'Institut Electrotechnique à l'Ecole Technique de Karlsruhe. — La Machine dynamo à courant continu. Tome I, traduit par MM. BOISTEL et BRUNSWICK. — 1 vol. gr. in-8°. (Prix : 25 fr.) Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1904.

M. le Professeur Arnold, directeur de l'Institut Electrotechnique de l'Ecole Technique supérieure de Karlsruhe, a entrepris la publication d'une Encyclopédie du plus haut intérêt pour les ingénieurs-électriciens. Cet ouvrage, qui comprendra l'examen complet, théorique et pratique, des machines électriques à courant continu et alternatif, débute par l'étude de la dynamo à courant continu; le premier volume est

consacré à la théorie de ce genre de machine.

« Le but d'une théorie des machines dynamos, nous dit l'auteur dans sa préface, doit être de permettre de les construire de la façon la plus économique possible. » Tous les constructeurs-électriciens, en effet, arrivent à fournir des machines marchant dans des conditions satisfaisantes au point de vue du rendement, de l'échauffement et de la commutation; mais la concurrence mondiale les oblige encore à produire ces résultats en utilisant le minimum de main-d'œuvre et de matériaux possible. Ce minimum, cela se conçoit, sera d'autant mieux atteint que la machine sera plus rigoureusement calculée; se basant sur un calcul exact et sûr, l'électricien, en dimensionnant ses machines, n'aura plus besoin de prendre de la marge pour se créer une sécurité à la fois douteuse et coûteuse.

L'étude théorique de la dynamo à courant continu comprend dans ce volume les divisions principales suivantes: Enroulements; Excitation; Réaction d'induit; Commutation; Courbes caractéristiques; Pertes et échauffement.

La compétence de l'auteur dans la question des enroulements est bien connue; les chapitres y relatifs reproduisent partiellement les indications d'un ouvrage précédent sur cette matière. Mentionnons plus spécialement l'emploi du schéma dit «réduit», permettant de suivre avec facilité le fonctionnement de l'enroulement ondulé en le ramenant au genre hélicoïdal; citons aussi l'étude de l'enroulement en «séries parallèles», fort utile pour les génératrices destinées au service de traction, et l'application des connexions équivalentes à ce genre d'enroulement.

Le calcul du système inducteur est poussé avec beaucoup de rigueur; l'examen de l'influence des dents de l'induit, et de la forme à donner aux épanouissements polaires forment de captivants paragraphes.

Mais la partie la plus intéressante de l'ouvrage est, sans contredit, celle qui se rapporte à la commutation et à la réaction de l'induit. On sait que la production d'étincelles sous les balais, signe d'une commutation défectueuse, est la pierre d'achoppement où se bute bien souvent le calculateur-électricien; aussi l'étude très complète de M. le Professeur Arnold sur ce sujet (le tiers du volume y est consacré) sera-t-elle pour lui la bienvenue. L'exposé de cette question comprend: les effets des ampères-tours transversaux et démagnétisants de l'induit et leur action sur le champ dans la zone de commutation, puis les phases mêmes de la commutation, le calcul des coefficients d'induction des bobines court-circuitées par les balais, la recherche de la densité de courant sous les charbons-frotteurs et de la différence de potentiel entre les pointes de ceux-ci et le collecteur; cette dernière valeur est le critérium final de la commutation. Les recherches expérimentales de l'auteur, citées en détail, viennent appuyer sa théorie d'exemples concluants.

La dernière partie traite des causes de diminution du rendement, pertes dues à la résistance ohmique, à l'hystérésis, aux courants de Foucault, aux frottements; des aperçus nouveaux sont à signaler, entr'autres l'estimation des pertes au collecteur par frottement des balais et par résistance ohmique au passage du courant. Un dernier chapitre s'occupe de la détermination d'une valeur très utile et toujours exigée, l'échauffement des diverses parties d'une machine dynamo.

Il reste à remercier MM. Boistel et Brunswick de l'heureuse idée qu'ils ont eue d'entreprendre la traduction de cette importante publication. P. AD. MERCIER,

Ingénieur à la Compagnie de l'Industrie électrique et mécanique à Genève.

Lezé (R.), Professeur à l'École d'Agriculture de Grignon. — Préparation et maturation des Caillés de fromagerie. — 1 vol. de 115 pages. Asselin et Houzeau, éditeurs. Paris, 1905.

M. Lezé s'est proposé de résumer les connaissances scientifiques susceptibles de donner une direction à

l'industrie fromagère, qui, comme plusieurs industries agricoles, est restée souvent assez routinière.

Il étudie, tout d'abord, le lait et la présure, qui sont les deux éléments servant à préparer le caillé, matière première de l'industrie fromagère.

Les éléments essentiels du caillé sont la caséine et le beurre. Ce dernier ne varie pas en propriétés, mais il n'en est pas de même pour la caséine; une hypothèse fort ingénieuse de M. Lezé permet de concevoir les différences considérables qui existent, par exemple, entre la caséine obtenue par coagulation à la présure et celle obtenue par coagulation aux acides énergiques.

Il étudie ensuite le caillé, et montre comment ses propriétés varient suivant plusieurs facteurs: nature du lait, de la présure, température de coagulation.

La question qui se pose ensuite est de la plus haute importance; c'est celle de la maturation. Ici interviennent des phénomènes complexes et délicats, que M. Lezé expose avec une grande clarté. La présure agit par sa pepsine, et, si elle ne fait pas mûrir la pâte, elle la rend plus attaquable. La galactase ou ferment Babcock, apportée par le lait, intervient activement dans la maturation; elle attaque profondément la caséine en donnant des produits amidés et de l'ammoniaque. Enfin, les microorganismes prennent une part active dans la maturation. M. Lezé donne à ce point de vue la première place aux ferments lactiques; l'acide lactique produit par ceux-ci agit sur la caséine, se combine en quelque sorte avec elle et donne la pâte liante des fromages. Les Mucédinées jouent aussi un rôle important, soit qu'elles agissent à la surface (fromages mous), soit qu'elles agissent à l'intérieur de la pâte (Roquefort). Dans le premier cas, le *Penicillium candidum* de Roger, dont on emploie actuellement des cultures pures, donne d'excellents résultats; dans le second cas, c'est le *Penicillium glaucum* qui intervient.

Après avoir décrit les phénomènes nombreux qui interviennent dans la préparation des fromages, M. Lezé se demande si l'on ne pourrait pas simplifier considérablement cette préparation. En somme, les longues et délicates manipulations auxquelles donne lieu la préparation des fromages n'ont pour but que: 1° de constituer une pâte homogène par une combinaison de caséine et d'acide lactique; 2° de faire mûrir cette pâte sous l'influence de diastases diverses et d'ammoniaque. Ne pourrait-on préparer synthétiquement et chimiquement des fromages en faisant agir judicieusement sur le caillé l'acide lactique et l'ammoniaque. Cette préparation a été essayée avec succès: elle donne des pâtes douces et homogènes. Est-ce dans cette voie que s'engagera l'industrie fromagère? Il est difficile de le prévoir. Ce qui est certain, c'est que cette industrie a besoin, pour progresser, de faire appel à la science et d'exercer sur ses opérations un contrôle rigoureux. A ce point de vue, le petit volume de M. Lezé peut avoir la plus heureuse influence; les fromagers ne peuvent trouver un guide plus autorisé.

X. ROCQUES,

Ingénieur-chimiste,
Ancien chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

3° Sciences naturelles

Lafar (Dr Franz). — Handbuch der technischen Mykologie (Manuel de Mycologie technique). — 5 vol. illustrés. Gustav Fischer, éditeur. Jéna, 1904.

Les Champignons, avec les Bactéries qui s'y rattachent physiologiquement, quelles que soient leurs affinités naturelles, jouent un rôle immense dans les transformations de la matière organique.

D'une des forces les plus redoutables de la Nature, l'Empirisme avait fait à l'Homme un allié précaire; la Science, en précisant la biologie des Champignons, les conditions de leur existence et de leur action, est appelée à en faire un instrument docile, travaillant à notre profit avec la plus grande économie.

Le praticien se tient difficilement au courant des

découvertes qui se succèdent chaque jour dans ce champ d'exploration si vaste et déjà encombré.

Nous signalions, il y a deux ans, aux lecteurs de cette *Revue*, l'intéressante tentative faite par le Dr Lafar de grouper toutes les notions de Mycologie susceptibles d'application industrielle. Avant même d'avoir achevé sa *Technische Mykologie*, l'éminent professeur de Vienne reconnut la nécessité d'étendre le cadre de son œuvre et d'associer à son entreprise un grand nombre de collaborateurs.

Le Manuel comprendra cinq volumes :

1. Morphologie et physiologie générales des organismes de la fermentation. — Cultures pures ;
2. Mycologie des industries de l'alimentation (laiterie, boulangerie, fabrication des sucres, conservation de la viande, des légumes, des fourrages) ;

3. Mycologie du sol, de l'eau et des engrais (circulation de l'azote, etc. Fermentation de la cellulose, rouissage) ;

4. Morphologie et physiologie des Saccharomycètes, des principaux Ascomycètes et des Champignons imparfaits susceptibles d'application industrielle ;

5. Mycologie de la fabrication du tabac et de la tannerie. Mycologie de l'industrie des fruits. Brasserie, distillerie, fabrication des levures de presse, vinification.

Ces divers sujets, traités par des spécialistes, formeront un ensemble d'un intérêt technique évident. La valeur scientifique de l'ouvrage, dont nous avons un échantillon dans le premier fascicule récemment paru, est garantie par la haute compétence du Dr Lafar et des quarante-cinq savants de tous pays qui ont répondu à son appel.

PAUL VUILLEMIN,

Professeur à l'Université de Nancy.

Mosso (A.), *Professeur de Physiologie à l'Académie de Turin. — Les Exercices physiques et le Développement intellectuel*. Traduit de l'italien par M. V. CLAUDIUS-JACQUET. — 1 vol. de 294 pages de la *Bibliothèque scientifique internationale* (Prix : 6 fr.). Alcan, éditeur. Paris, 1904.

Le livre de M. Mosso est un des plaidoyers les plus éloquentes qui aient été faits en faveur du développement de l'éducation physique. Il contient une foule de considérations et de documents concernant la pédagogie ; il devrait être lu par tous les éducateurs.

M. Mosso nous fait d'abord un historique des exercices physiques dans l'Antiquité, et nous montre comment le rôle considérable qu'ils jouèrent chez les Grecs retentit sur toutes les affaires de la vie privée et publique. La gymnastique grecque ne pénétra que difficilement chez les Romains, et la transformation qu'elle subit ne fut pas des plus heureuses.

Bien des questions actuellement discutées ont été agitées aux temps les plus reculés de l'histoire. Hippocrate, déjà, se montre l'adversaire de l'entraînement dans les espaces clos et prône les exercices de plein air, et cette même préoccupation se retrouve à toutes les époques ; car, trop souvent, pour pouvoir continuer à l'abri des intempéries les exercices devenus des jeux, on aménage des locaux où l'on finit par se confiner. Au Moyen-Âge, ces jeux furent extrêmement florissants en France ; parmi eux, la paume fut le plus en honneur, si bien que l'usage dégénéra en un tel abus que nous voyons les rois rendre vainement plusieurs ordonnances pour limiter ces excès.

La gymnastique porte, en effet, en elle-même un danger : elle conduit facilement à l'athlétisme. Modérée et bien comprise, elle est avantageuse pour l'individu et pour la race ; pratiquée avec excès, elle conduit au surmenage de la machine humaine.

Il est inexact de penser que l'on ne peut développer à la fois son corps et son cerveau : Pythagore fut vainqueur à Olympie au pugilat, Platon concourut à la lutte ; Sophocle, Euripide, pour ne citer que les plus célèbres, parurent dans des concours solennels de jeux.

Actuellement, dans tous les pays, la bonne gymnas-

tique est considérée comme ne devant pas consister en exercices difficiles, accessibles à un petit nombre et vers la bonne exécution desquels doivent tendre les efforts. Chaque mouvement, au contraire, doit être bien étudié, de façon à amener le développement d'un groupe de muscles déterminé, et être à la portée de tous sans effort exagéré ; l'expérience a montré que l'on obtient ainsi les résultats les plus favorables. Mais il faut pour cela que l'instruction soit confiée à des maîtres compétents.

Le rôle de l'État peut être particulièrement efficace dans cette création d'un corps d'instructeurs à la hauteur de leur tâche ; en Amérique et en Angleterre, l'initiative privée est telle que cette intervention n'est pas nécessaire ; en Allemagne, les Pouvoirs publics ont fait un effort considérable, suivi de succès ; il ne reste que les pays latins où l'on ne s'est pas encore assez préoccupé de cette question si importante.

En dehors du problème de l'éducation physique, dans le cours du livre, M. Mosso appelle à maintes reprises l'attention sur ce qui se passe en pays étranger dans les écoles et les universités, et nous montre l'importance considérable que leur organisation amène dans la mentalité et toute la vie sociale d'un peuple.

L'ouvrage se termine par un chapitre des plus intéressants sur l'éducation et le rôle de la femme.

L'auteur fait, en particulier, une étude sur la jeune fille aux États-Unis, où il a fait un séjour qui semble avoir modifié considérablement son opinion sur les attributions de la femme et la place qu'elle peut occuper sans déroger à ses devoirs naturels.

Dr. G. WEISS,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

4° Sciences médicales

Pouchet (G.), *Professeur de Pharmacologie et Matière médicale à la Faculté de Paris, membre de l'Académie de Médecine. — Leçons de Pharmacodynamie et de Matière médicale. 4° série : Antithermiques, analgésiques ; 5° série : Modificateurs du système nerveux périphérique et névro-musculaire. — 1 fort vol. in-8° de 1.156 pages avec 190 figures dans le texte. (Prix : 22 fr.). O. Doin, éditeur. Paris, 1904.*

Il suffit, pour juger de l'importance des matières traitées, de se reporter au titre du volume.

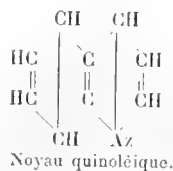
La quatrième série est surtout consacrée à l'étude des antithermiques-analgésiques. A travers l'accumulation énorme des faits, on sent que l'auteur est manifestement guidé par un désir de synthèse ; quelques lois particulières solidement établies (renforcement de l'action hypno-analgésique et diminution de la toxicité par substitution d'un radical éthyle ou méthyle à un atome d'hydrogène, influence directrice prépondérante de la situation d'un atome de carbone central dans la structure moléculaire des hypnotiques, etc.) font pressentir et espérer que, de même que la connaissance de la structure moléculaire d'un corps permet — dans une certaine mesure — d'en prévoir *a priori*, avec la place dans une classification chimique, les propriétés physiques et chimiques, cette structure moléculaire permettra un jour de prévoir ses propriétés pharmacodynamiques et, partant, son action médicamenteuse. En fait, cette prévision théorique des propriétés pharmacodynamiques d'une substance encore inexistante dirige depuis longtemps la recherche des produits synthétiques : le pyramidon est un des exemples les plus typiques de cette synthèse d'un produit après calcul hypothétique de ses propriétés thérapeutiques.

Il s'en faut toutefois que ce calcul des propriétés d'une substance en fonction de sa structure moléculaire soit généralement possible. L'empirisme a encore la plus large part dans l'étude de la Pharmacodynamie ; — mais on doit évidemment tendre à en faire chaque jour une science plus exacte, et dès maintenant les résultats acquis dans cette voie légitiment toutes les espérances.

Dans l'impossibilité où nous sommes, dans une brève analyse, d'essayer de montrer autre chose que l'esprit dans lequel ces leçons sont écrites, nous nous bornerons à en énumérer les chapitres.

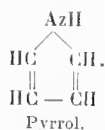
L'auteur classe les antithermiques analgésiques en six groupes.

Le premier groupe est celui de la quinoléine, c'est-à-dire celui dont les représentants sont caractérisés par le noyau quinoléique :



La substance la plus importante de ce groupe est la *quinine*, qui résulte de la soudure d'un noyau pyridique au noyau quinoléique; son étude a fait l'objet presque exclusif de la troisième série; on ne la trouvera donc pas dans ce volume. Les autres substances de ce groupe : analgène, kairoline, kairine, thalline, cupréine, euquinine, sont brièvement étudiées.

Le deuxième groupe est celui du pyrrol :



L'*antipyrine*, le seul corps vraiment important de ce groupe, fait l'objet d'une étude magistrale, ainsi que ses dérivés : acétopyrine, anilipyrine, quinopyrine, ferropyrine.

Le troisième groupe est celui de l'*hydrazine* AzH². AzH², — surtout représenté par la phénylhydrazine, l'antithermine, tous corps extrêmement dangereux, du fait de leur pouvoir hématolytique.

Le quatrième groupe est celui des *anilides*, avec ses deux sous-groupes : 1° Les dérivés de l'*aniline* (C⁶H⁵ — AzH²) ou phénylamine : acétanilide, *exalgine*; 2° Les dérivés du *paramidophénol* C⁶H⁴ (OH) (AzH²) : phénétidine, *phénacétine*, méthacétine.

Toutes ces substances et leurs dérivés secondaires : bleu de méthylène, triphénine, lactophénine, citrophène, etc., sont d'un intérêt pharmacodynamique et thérapeutique de premier ordre.

Le cinquième groupe est celui des *acides aromatiques* : acide benzoïque, *acide salicylique*, etc. L'auteur estime l'acide salicylique et ses sels « d'une importance capitale, aussi considérable certainement que la quinine, et plus considérable, sans aucun doute, que l'antipyrine ». Aucun clinicien n'y contredira. L'aspirine et les dérivés sulfonés des phénols sont étudiés dans ce groupe.

Le sixième groupe, enfin, constitué par les *alcools* et les *phénols*, étant plus nettement antiseptique, n'est mentionné que pour l'exclusion de l'exposé actuel.

Cette première partie (1^{re} série) se termine par l'étude des *Renonculacées* usitées en médecine (aconit et ses alcaloïdes, *Hydrastis canadensis*, etc.).

La deuxième partie (2^e série) débute par l'étude des champignons, considérés tant au point de vue alimentaire qu'au point de vue toxicologique. Elle étudie ensuite le jaborandi, les ciguës, le colchique et les veratrum.

Mais ce qui en constitue la portion capitale, ce sont les leçons consacrées à l'étude des médicaments cardiovasculaires; c'est, en particulier, l'exposition quasi-complète de la pharmacodynamie de la caféine et de la digitale, ces pierres angulaires de la thérapeutique

cardiaque. Rien de ce qui concerne ces deux drogues n'a été omis : préparations, accidents, résultats expérimentaux, parfois si contradictoires, interprétations physio-dynamiques, action thérapeutique, etc.

Comme nous l'avons déjà écrit ailleurs, « nous ne connaissons, quant à nous, aucune œuvre de Pharmacodynamie qui mette mieux à même le clinicien de devenir thérapeute, c'est-à-dire, quand la clinique lui aura clairement montré ce qu'il doit faire et pourquoi il doit le faire, qui lui enseigne mieux comment il peut le faire ».

D^r ALFRED MARTINET.

5^o Sciences diverses

Siegfried (André), *Docteur ès lettres*. — **La Démocratie en Nouvelle-Zélande**. — 1 vol. in-18 de 360 pages. (Prix : 4 fr.) Armand Colin, éditeur. Paris, 1904.

Depuis quelques années, l'Australasie est, en France, l'objet de nombreux travaux; néanmoins, le livre de M. André Siegfried n'est pas superflu. Il ne modifie guère l'idée que nous pouvions nous faire de la démocratie en Nouvelle-Zélande d'après le tableau tracé, par exemple, par M. Métin (*Le socialisme sans doctrines*). Mais, tandis que M. Métin n'avait pu signaler que les traits principaux de la législation néo-zélandaise, M. Siegfried nous donne d'abondants détails sur l'histoire de la colonie, sa constitution politique, l'œuvre du ministre libéral-ouvrier qui la gouverne depuis 1890, la société et les mœurs, les rapports de la Nouvelle-Zélande avec le Commonwealth australien et avec l'Empire britannique. Le plan qu'il suit n'est pas à l'abri de toute critique : la quatrième partie, consacrée à la « société » et aux « mœurs », contient des chapitres disparates, dont quelques-uns (les grandes villes néo-zélandaises, la démographie néo-zélandaise, le snobisme dans la société néo-zélandaise, le mouvement féministe) seraient mieux placés dans la seconde, consacrée aux conditions de la vie politique; ils expliquent, en effet, l'état actuel de la Constitution néo-zélandaise. Mais M. Siegfried paraît s'être moins préoccupé d'expliquer que de décrire. Ses descriptions sont agréables : il met en pleine lumière ce qu'il y a pour nous de surprenant dans ce petit pays, où semblent régner à la fois le socialisme d'Etat et l'impérialisme, dans ce pays de suffrage universel où l'on supprime les cabarets, dans ce « paradis des ouvriers » où le roi, les nobles et les riches sont les uns destitués de tout pouvoir, les autres expropriés, sans cesser d'être respectés. L'attention de l'auteur s'est dirigée, comme il convenait, sur la législation ouvrière du ministre Seddon, particulièrement sur l'institution de l'arbitrage obligatoire. Il paraît, à cet égard, moins optimiste que M. Métin. Jusqu'à présent, les décisions de la Cour d'arbitrage sont respectées. Mais c'est qu'elles sont, en général, favorables aux ouvriers : qu'advendrait-il dans le cas contraire? Or, la Cour ne peut donner satisfaction aux ouvriers que si l'état économique de la colonie le permet. Et cet état dépend lui-même de circonstances qui peuvent se modifier d'un moment à l'autre. En tout cas, la situation de cette colonie de 800.000 habitants, défendue par une marine qu'elle ne paie pas, et séparée du monde par une mer immense et par des douanes sévères, est toute différente de celle des nations européennes qui comptent des millions d'habitants et ne peuvent ni s'isoler de leurs voisins ni déposer le fardeau de la défense nationale : aussi ne doit-on pas croire que les expériences sociales qui réussissent aux antipodes pourraient être reprises sans modifications dans les sociétés européennes.

PAUL LAPIE,

Chargé de cours à la Faculté des Lettres de Bordeaux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Janvier 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Em. Borel** démontre la proposition suivante : Pour qu'un ensemble E soit tel que, si chacun de ses points A est intérieur à un ensemble fermé d'un même nombre de dimensions e_A , il en résulte que chacun de ses points est intérieur à un nombre fini d'ensembles choisis parmi les e_A , il est nécessaire et suffisant que l'ensemble E soit fermé. — **M. Ed. Maillet** communique les résultats qu'il a obtenus dans l'étude des zéros des fonctions entières d'ordre infini non transfini. — **M. Considère** a reconnu non seulement que le béton armé et convenablement préparé peut subir, sans se briser, des allongements très supérieurs à ceux qui brisent toujours le béton non armé, mais encore qu'après ces déformations considérables il possède une résistance à la traction comparable et peut-être égale à celle du béton qui n'a subi aucune déformation préalable. — **M. G. Fayet** confirme, d'après les nouvelles observations, le caractère périodique de la comète Borrelly 1904 e ; sa durée de révolution serait d'environ sept ans. — **Dom M. Amann** et **Dom Cl. Rozet** ont observé, à une certaine distance de l'ombre de Saturne projetée sur son anneau, une autre ombre plus étroite et bien moins accentuée, qui traverse sous forme de ligne courbe les anneaux dans toute leur largeur. — **M. Driencourt** a déterminé d'une façon très précise une série de positions géographiques sur les côtes de Madagascar au moyen de l'astrolabe à prisme.

2° SCIENCES NATURELLES. — **MM. P. Langevin** et **M. Moulin** décrivent un nouvel appareil pour l'enregistrement continu des ions de l'atmosphère. — **M. H. Hergesell** donne le résultat des ascensions de cerfs-volants exécutées sur la Méditerranée et sur l'Océan Atlantique à bord du yacht du Prince de Monaco en 1904. On n'a jamais observé l'inversion nocturne si connue sur les continents. — **M. L. Guillet** a constaté que la trempe des bronzes faite entre 600° et 800° améliore considérablement les résultats des essais à la traction. — **M. H. Moissan** a repris ses expériences sur la formation du diamant par refroidissement brusque de la fonte saturée de carbone, en ajoutant à celle-ci du silicure ou du sulfure de fer; le rendement a été un peu supérieur. — **M. P. Nicolardot** estime que les colorations diverses du sesquioxyde de fer : noire, jaune, rouge, etc., correspondent à des condensations diverses de sa molécule. — **M. André Kling**, par chloruration de la méthyléthylcétone, a obtenu : la cétone chlorée $\text{CH}_3\text{CHCl.CO.CH}_3$, Eb. 114-117°, et la cétone $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO.CH}_2\text{Cl}$, Eb. 134-136°. Toutes deux sont saponifiées dans les alcools cétoniques correspondants. — **MM. A. Haller** et **A. Guyot**, en condensant le dihydruure d'anthracène γ -hydroxylé- γ -triphenylé avec les amines et les phénols, ont obtenu des dérivés du dihydruure d'anthracène γ -tétraphenylé. Le dérivé monoamidé fond à 320°, le dérivé hydroxylé vers 308°. — **M. Jardin** a constaté que les composés oxygénés de l'azote et spécialement l'acide azotique dilué sont susceptibles de provoquer des oxydations lentes des fibres végétales; ce procédé présente des avantages sur le procédé d'oxydation par exposition sur prés. — **M. A. de Schulten** a analysé des cristaux de fiedérite trouvés dans les mines du Laurion; ils correspondent à la composition $\text{PbO} \cdot 2\text{PbCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. — **M. H. Courtet** a analysé les sels recueillis dans la région du Tchad par la Mission Chari-Lac Tchad; ce

sont : du sel gemme, contenant beaucoup de sulfate de magnésie, et du natron, constitué par l'espèce minérale *trona* : $3\text{Na}^2\text{O} \cdot 4\text{CO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. — **M. S. Posternak** a reconnu que les grains d'aleurone renferment, d'une façon constante, tous les éléments minéraux indispensables à la vie de la plante : Az, P, S, Si, K, Mg, Ca, Fe, Mn. — **M. G. Perrier**, en lavant les fruits à l'eau formolée, puis en les broyant dans des appareils lavés de même, a obtenu des moûts de cidre stériles, qui ne fermentent pas et se conservent parfaitement pendant longtemps. Ensemencés avec des levures, ils fermentent régulièrement en fournissant des cidres naturels de bonne qualité.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Laveran** a reconnu que la médication la plus efficace contre les infections produites par le *Trypanosoma gambiense* consiste, actuellement, dans l'emploi de traitements successifs par l'acide arsénieux et le trypanroth. — **MM. A. Charrin** et **Le Play** présentent le squelette d'un nouveau-né qui permet d'établir la réalité du rachitisme intra-utérin, absolument distinct de l'achondroplasie. — **M. M. Baudouin** a observé que le *Lernæenicus Sardinæ* s'implante, sur le corps de son hôte, la sardine, au niveau de la nageoire dorsale. — **M. Leclerc du Sablon** a reconnu que, chez les Cucurbitacées, les sucres, relativement abondants dans le fruit jeune, diminuent jusqu'à maturité, puis augmentent après la récolte et diminuent ensuite régulièrement. Les matières amylacées augmentent jusqu'à la maturité et diminuent ensuite. — **M. A. Frayssé** poursuit l'étude du parasitisme de *Osyris alba*. — **M. R. Nicklès** a étudié les plis couchés de Saint-Jean de Buèges (Hérault). L'effort qui a déterminé leur formation est venu du Sud et a été orienté du Sud au Nord; la masse charriée est venue s'écraser contre la grande faille de la Séranne. — **MM. L. Duparc** et **F. Pearce** signalent l'existence de hautes terrasses dans l'Oural du Nord.

Séance du 6 Février 1905.

L'Académie présente à M. le Ministre de l'Instruction publique la liste suivante de candidats pour la chaire d'Histoire naturelle des corps organisés vacante au Collège de France par suite du décès de M. Marey : 1° **M. François-Frank**; 2° **M. J. Tissot**.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Ed. Maillet** cherche à déterminer les solutions des systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients monodromes. — **M. P. Fatou**, étudiant l'intégrale de Poisson et les lignes singulières des fonctions analytiques, montre qu'une fonction uniforme, ayant pour unique singularité une coupure fermée, peut avoir une infinité non dénombrable de zéros sur la coupure. — **M. F. Severi** démontre le théorème suivant : Pour que les intégrales de Picard attachées à une surface algébrique se réduisent toutes à des combinaisons algébriques-logarithmiques, il faut et il suffit que la surface soit régulière, c'est-à-dire que son ordre de connexion linéaire soit $p_1 = 1$. — **M. de Sparre** rectifie les résultats obtenus par M. Fouché dans l'étude de la déviation des corps en chute libre. — **M. Hérisson** décrit un nouveau dispositif d'embrayage absolument progressif. — **M. E. Bertin**, étudiant la giration des navires, arrive à la conclusion que, dans les essais de traction, la pression de l'eau F est, pour une même valeur de l'angle de dérive θ , appliquée beaucoup plus près de l'avant et dirigée suivant un angle moindre avec l'axe du navire que dans les girations à court rayon. — **M. Milochau** a mesuré, à l'aide de la grande lunette de l'Observatoire du Mont-Blanc, la hauteur de la couche renversante du Soleil; il

a trouvé 0°,15. — **M. A. Hansky** a observé la lumière zodiacale depuis le sommet du Mont-Blanc. Elle a la forme d'un triangle sphérique, dont le sommet est situé très près de l'écliptique; on y distingue trois zones, se fondant par degrés insensibles.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. J. Violle** signale les bons effets obtenus par le tir des canons paragrèles pour la préservation des orages dans le Beaujolais, où l'on compte 28 sociétés disposant de 462 canons. — **M. Ch. Féry** décrit un thermomètre intégrateur donnant la température moyenne de l'endroit où il se trouve. — **M. H. Abraham** : Frein synchronisant électromagnétique (Voir p. 186). — **MM. Ch. Eug. Guye** et **A. Schidlof** ont constaté qu'entre 300 et 1.200 périodes par seconde l'énergie dissipée par cycle est, pour les aciers au nickel comme pour le fer, indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle d'aimantation est parcouru. — **MM. Piettre** et **Vila** ont observé, dans le spectre d'absorption du sang, une nouvelle bande dans le rouge ($\lambda = 634$). — **M. Alb. Colson** montre que les résultats qu'il a obtenus dans la cryoscopie des sulfates concordent parfaitement avec les conclusions tirées par **M. Mathias** de sa théorie liquidogénique. — **MM. E.-E. Blaise** et **A. Courtot** ont reconnu que les dérivés organo-magnésiens peuvent se fixer directement sur la liaison éthylénique des éthers-sels non saturés; mais la fixation exige la présence d'un groupe électro-négatif en α par rapport à la double liaison. — **MM. P. Sabatier** et **A. Mailhe**, par hydrogénation de l'orthocrésol au moyen de Ni réduit, ont préparé le méthylcyclohexanol-1:2, Eb. 181°-182°, donnant par oxydation la méthylcyclohexanone-1:2, Eb. 162°-163°. Le méta-crésol fournit de même le méthylcyclohexanol-1:3, Eb. 172°, et la méthylcyclohexanone-1:3, Eb. 169°. Enfin, avec le para-crésol, on obtient l'alcool-1:4, Eb. 186°, et la cétone-1:4, Eb. 169°. — **MM. A. Haller** et **A. Guyot**, en condensant le dihydruure d'anthracène γ -dihydroxylé- γ -diphénylé symétrique avec la diméthyl- et la diéthylaniline, ont obtenu des dérivés γ -tétra-phénylés du dihydruure d'anthracène, chacun sous deux formes stéréo-isomères. — **MM. A. Trillat** et **Turchet** : Nouveau procédé de recherche de l'ammoniaque par l'iodure d'azote (voir t. XV, p. 1105). — **MM. J. Bay** et **J. Alix** montrent que, tandis que le carbone augmente de la cellulose au graphite dans la série des combustibles, les autres éléments (O,H) diminuent. L'azote, absent dans la cellulose, augmente du bois à la tourbe et diminue ensuite normalement. — **M. A. Muntz** attribue à la pectine des vins une part prépondérante dans la propriété du moelleux; il a pu la communiquer à des vins qui ne la possédaient pas en les additionnant d'une petite quantité de pectine. — **M. L. Lutz** a reconnu que la leucine et la tyrosine sont également assimilables par les Phanérogames et les Champignons.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. E. Clément** signale l'existence de myélites provoquées par la toxine tuberculeuse et dont les manifestations nerveuses sont analogues à celles du *tabes incipiens*. — **MM. H. Bertin-Sans** et **J. Gagnière** ont reconnu que la forme normale du cristallin est, chez le lapin, celle qui correspond au repos de l'accommodation; la déformation de la lentille oculaire, pendant l'effort de l'accommodation, doit par suite être passive, comme l'admet la théorie de Tscherning, et non active, comme le voulait celle d'Helmholtz. — **M. J. Tissot** a constaté que les proportions des gaz du sang artériel, pendant le cours de l'anesthésie chloroformique, restent invariables tant que la ventilation pulmonaire reste à peu près normale. — **M. Blaringhem** a observé que, lorsqu'on coupe les tiges aériennes de certaines plantes herbacées à une époque de développement rapide, on provoque l'apparition de nombreux rejets qui présentent, pour la plupart, des anomalies de l'appareil végétatif et de la grappe florale. — **M. Houllier** montre que l'appauvrissement progressif des sources du bassin de la Somme résulte du perfectionnement de l'exploitation agricole des terres, entraînant une augmentation importante

de l'évaporation par transpiration végétale. — **M. A. de Lapparent** signale de nouvelles découvertes de fossiles qui montrent que la mer crétacée du Sahara et du Soudan était en communication par l'Ouest avec l'Océan Atlantique. — **M. P. Lemoine** a reconnu que le Djebel Hadid (Maroc occidental) est un dôme anticlinal très aigu, au centre duquel apparaît le Trias. — **M. A. Brives** a constaté que l'Eocène inférieur s'est étendu dans toute la partie du Maroc située au Nord de l'Atlas. Il ne l'a pas rencontré au Sud de cette chaîne, ni dans la plaine du Sous. — **M. P. Girardin** montre que, dans le modelé des hautes vallées glaciaires, il faut réduire la part de l'érratique proprement glaciaire au profit de l'érratique de névé et de l'érratique d'avalanche.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 31 Janvier 1905.

M. Chauvel présente un Rapport sur un travail de **M. Castex** relatif à la surdi-mutité. D'après l'auteur, il y aurait deux fois plus de *nés sourds-muets* que de *devenus sourds-muets*. Les surdi-mutités acquises succèdent le plus souvent, chez l'enfant, aux méningites, aux maladies infectieuses et à des accidents traumatiques du crâne. Il n'est d'autre traitement pour la surdi-mutité que l'instruction des écoles spéciales. — **MM. Lucas-Championnière** et **P. Reynier** discutent la valeur pratique des appareils employés à l'administration du chloroforme.

Séance du 7 Février 1905.

M. Lancereaux présente un Rapport sur un travail de **MM. Th. Jonnesco** et **J. Grossmann** relatif au pylorospasme avec hypersécrétion et tétanie. Les auteurs signalent un cas de rétrécissement du pylore avec forte hyperchlorhydrie et crise de tétanie; le malade fut guéri par la gastro-entérostomie. Tous les cas de tétanie connus coexistent avec un obstacle mécanique au passage du bol alimentaire de l'estomac dans l'intestin, obstacle dû à un rétrécissement de l'orifice pylorique, fibreux et cicatriciel ou cancéreux. Ce rétrécissement est non l'effet, mais la cause de l'hypersécrétion acide de l'estomac. Deux signes principaux, les vomissements et le péristaltisme, suffisent à mettre en évidence la sténose pylorique; quand vient s'y ajouter la tétanie, le doute n'est plus possible. — **MM. A. Chantemesse** et **Borel** étudient les théories modernes sur la propagation de la fièvre jaune et montrent que celle-ci a presque complètement disparu du continent européen depuis 1870, parce que les progrès apportés à l'hygiène de la navigation ont rendu, sinon impossibles, du moins difficiles, à bord des navires modernes, la conservation et surtout la multiplication de la variété de moustiques vecteurs de fièvre jaune. — **M. Kermorgant** signale la fréquence de la distomatose hépatique au Tonkin. Ses lésions consistent en une congestion du foie au début, à laquelle succède une cirrhose hypertrophique avec angiocholécystite simple ou suppurée. On ne connaît pas de traitement à opposer à la distomatose; la prophylaxie doit consister à laver soigneusement et à bien cuire les herbes et légumes.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 Janvier 1905.

MM. P. Carnot et **A. Chassevant** ont observé que les solutions isotoniques passent très rapidement à travers le pylore sans subir de modifications notables; les solutions hypotoniques sont évacuées avec un certain retard et se modifient dans le sens de l'isotonie sans pouvoir, cependant, la réaliser complètement; les solutions hypertoniques passent d'autant plus tardivement qu'elles sont plus hypertoniques. — **MM. Ch. Aubertin** et **E. Beaujard** ont constaté que les rayons X provoquent sur les leucocytes à la fois une émigration hors des organes hématopoïétiques et une destruction :

pour les polynucléaires, émigration forte et destruction faible; pour les mononucléaires, émigration faible et destruction forte. — **M. E. Maurel** résume ses recherches sur l'influence du vêtement sur l'azote fécal chez le cobaye. — **MM. J.-L. Prévost** et **G. Mioni** ont reconnu que la crise convulsive épileptiforme provoquée par l'application du courant alternatif n'est caractérisée que par une phase tonique, la phase clonique manquant, lorsque la zone corticale motrice a perdu son excitabilité à la suite d'anémie cérébrale expérimentale. — **M. J. Renaut** présente de nouvelles observations à l'appui de son interprétation des disques accessoires de la zone des disques minces des fibres musculaires striées. — **M. J. Laurent** a observé une tubérisation généralisée des cultures de Pois faites sur glycérine. — **M. G. Mioni** a constaté que les globules d'un sang normal ne présentent pas tous la même résistance à l'action dissolvante des sérums hémolytiques. La dissolution des globules rouges marche d'abord rapidement; elle continue ensuite lentement jusqu'à ce que le sérum soit tout à fait dépourvu de son hémolysine. — **M. F. Marino** a obtenu du sang absolument dépourvu de plaquettes en le recueillant dans l'alcool absolu. — **M. L. Butte** a reconnu que la proportion de glycose dans le sang et les tissus augmente très rapidement à la suite de l'absorption d'une grande quantité de matières albuminoïdes; dans le même cas, la formation de sucre dans le foie est beaucoup plus active qu'à l'état de jeûne.

M. V. Henri est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 4 Février 1905.

M. Ch. Féré signale une observation d'augmentation de la durée de la gestation coïncidant avec des troubles mentaux. — **M. Ed. Retterer** a observé que les muscles interarticulaires du genou de l'homme, du cheval, du bœuf et du chien sont fibreux à leur grande circonférence, conjonctivo-élastiques dans leur portion moyenne, où ils contiennent, de plus, des cellules claires et encapsulées. — **M. Jossifov** a trouvé que la masse principale de la lymphe, chez les Murénidés, est chassée dans les veines jugulaires au moyen de deux sinus céphaliques symétriquement disposés, dont le fonctionnement est en rapport avec le mécanisme respiratoire. — **M. F. Guéguen** a étudié la germination, les homologues et l'évolution des *Speira*. — **MM. G. Billard** et **F. Bellet** ont constaté que les lésions irritatives du nerf sciatique, chez le lapin, sont capables d'exagérer le développement et le poids des os des membres postérieurs. — **MM. G. Billard** et **Perrin** estiment que la mesure de la tension superficielle des urines peut permettre d'apprécier leur toxicité, celle-ci étant d'autant plus grande que la tension superficielle est plus faible. — **M. P. Carnot** propose le dosage clinique de l'acidité gastrique par la méthode des tubes capillaires. — **M. Em. Fauré-Frémiet** a étudié l'organisation de la *Campanella umbellaria*. — **MM. Ch. Aubertin** et **E. Beaujard** ont reconnu que les rayons X agissent sur le tissu myéloïde par un double mécanisme : émigration des leucocytes, surtout adultes; destruction des leucocytes, surtout jeunes. Si l'on observe sur l'animal sain comme sur l'homme leucémique des poussées leucocytaires au début, finalement c'est encore la destruction qui l'emporte. — **MM. A. Pic** et **S. Bonnamour** ont observé que l'injection d'extrait aqueux de surrénale a le même effet que celle d'adrénaline; l'adrénaline agit plus sûrement et plus rapidement sur l'aorte lorsqu'il y a une cause de moindre résistance de l'organisme : tuberculose, lactation. — **M^{lle} P. Cernovodeanu** et **M. V. Henri** montrent que la dilution du mélange globules-sérum diminue la vitesse de l'hémolyse. La vitesse initiale d'hémolyse dépend de la concentration de l'hémolysine dans les globules. L'hydrate de fer ajouté aux globules avant le sérum accélère l'hémolyse; ajouté après, il la retarde. — **M. E. Géraudel** a reconnu que l'artère hépatique fournit exclusivement à la portion biliaire de la glande hépatique, aux voies biliaires intra-et extra-

hépatiques; la veine porte assure exclusivement la nutrition du lobule. — **M. H. Cristiani** a observé que la conservation de tissu vivant dans les sérums hétérogènes est mauvaise, même si leur alexine a été préalablement détruite : l'action néfaste de ces sérums est activée par l'alexine se trouvant dans les tissus à conserver. — **MM. C. Nicolle** et **G. Catouillard** ont constaté que le sérum antivenimeux est incapable de protéger la conjonctive du lapin contre l'action irritante qu'exerce sur elle le venin de *Heterometrus maurus*. — **MM. H. Labbé** et **E. Morchoisne** ont mis en évidence l'influence presque exclusive des matériaux alimentaires sur l'élimination des composés xantho-uriques sur les sujets sains. — **M. F. Battelli** et **M^{lle} L. Stern** ont reconnu que les extraits de tissus de lapin et de cobaye ont la propriété de détruire la catalase; cette propriété paraît être due à un ferment, l'anticatalase. L'anticatalase n'agit pas en l'absence d'oxygène.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Février 1905.

M. Guillet a adapté à divers systèmes vibrants (pendule de torsion, diapason, corde tendue) un mode d'entretien qui satisfait aux conditions d'entretien parfait établies par **M. Lippmann** et appliquées par lui au pendule astronomique¹. Il rappelle brièvement ces conditions. Les corps vibrants, soumis seulement aux forces inhérentes à leur nature et aux résistances provoquées par leur mouvement, oscillent, sous certaines restrictions, suivant la loi : $x = x_0 e^{-\lambda t} \sin \omega t$. Pour combattre l'amortissement, **M. Lippmann** communique, par impulsion, l'énergie réparatrice au système. Il est clair qu'alors, la déformation du système restant petite, la période n'est pas altérée, puisque les forces qui agissent ultérieurement à l'impulsion satisfont aux mêmes lois qu'antérieurement à celle-ci. L'invariabilité de la phase exige que l'impulsion soit donnée au moment où le corps prend sa figure d'équilibre; toutefois, si l'on s'arrange de manière que deux impulsions égales consécutives se produisent au moment où le système passe par une même position dans les deux sens, il y a compensation entre les perturbations de phases dues aux deux impulsions. Pour réaliser les conditions du théorème de **M. Lippmann**, dans le cas du diapason installé devant la Société, **M. Guillet** dispose les éléments de l'entretien comme il suit : L'électro-aimant placé entre les branches du diapason reçoit, au lieu d'un courant alternativement établi et interrompu, comme cela a lieu dans l'entretien classique de **M. Mercadier**, les charges et les décharges périodiquement induites dans un petit transformateur. Les connexions sont établies de manière que ces charges et décharges produisent une action motrice sur les branches aimantées du diapason. Cette aimantation peut être déterminée au moyen de l'électro d'entretien lui-même (électro à noyau aimanté), comme cela a lieu dans le téléphone; mais, si l'on a besoin de pouvoir faire varier à volonté l'intensité d'aimantation des branches, il est préférable de se servir d'une bobine auxiliaire enfilée sur l'une d'elles. Pour produire les impulsions d'entretien chaque fois que le diapason repasse par la même figure, on intercale dans le circuit primaire un interrupteur formé d'une pièce fixe *a*, et d'une pièce mobile *b* commandée par un fil de cocoon fixé à l'une des branches du diapason. Le fil étant tendu, il suffit de fermer le contact par l'approche de *b* pour que le diapason entre en vibration et s'y maintienne. La pièce entraînée doit réagir de façon que le fil reste tendu pendant le retour de *a* vers la position d'équilibre; on est assuré par là que le contact s'établit pour la position du diapason qui correspond à la coupure du circuit primaire du transformateur. **M. Guillet** indique ensuite un second mode d'entretien très général, qui laisse le corps vibrant absolument libre et qui

¹ C. R. de l'Acad. des Sc., 13 janvier 1896.

consiste simplement à transmettre, par le support ou autrement, à un contact vibrant (mis en série avec la pile et l'électro d'entretien) le mouvement du système à entretenir. Par un serrage convenable de ses deux parties, le contact se synchronise sur le corps vibrant et il se produit un véritable *accrochage* entre le diapason et l'électro d'entretien, comme cela a lieu dans divers moteurs à courants alternatifs; le système vibre ensuite indéfiniment. — M. Pécoul présente l'appareil automatique avertisseur d'oxyde de carbone de MM. Albert Lévy et A. Pécoul. Cet appareil permet de déceler et de doser l'oxyde de carbone à partir de $\frac{1}{100.000}$. Un

flacon à écoulement d'eau, de 3 lit. 5 de capacité, aspire l'air, qui passe dans un tube en U renfermant de l'anhidride iodique, et placé dans une cheminée métallique au-dessus d'une petite lampe à alcool dont la flamme est réglée de manière à réaliser une température de 70° environ; l'air barbote ensuite dans du chloroforme pur surmonté d'une couche d'eau distillée (pour éviter l'entraînement de vapeur de chloroforme par le courant gazeux), auquel il abandonne l'iode mis en liberté par l'oxyde de carbone; l'opération est très rapide: on met en train en remplissant le flacon aspirateur, allumant la lampe, et ouvrant le robinet. Le dosage se fait en comparant le petit flacon contenant le chloroforme à une série de tubes étalons identiques, scellés et contenant, sous une couche d'eau distillée, la même quantité de chloroforme dans laquelle on a fait dissoudre les poids d'iode libérés par 1, 2, 3, ... cent-millièmes d'oxyde de carbone; la couleur rose pâle correspondant à $\frac{1}{100.000}$ d'oxyde dans l'air analysé est très

nette. Cet appareil a permis de constater que, même à cette dose infime, l'oxyde de carbone détermine des troubles dans l'économie. Répondant à une demande de M. Pellat, M. Pécoul dit que les carbures de l'air, ne réduisant l'anhidride iodique qu'au-dessus de 200°, ne peuvent fausser les résultats du dosage. — M. H. Abraham présente un dispositif de *frein synchronisant électromagnétique*. Dans un assez grand nombre d'expériences, on est conduit à entraîner un appareil au moyen d'un moteur synchrone actionné par un courant alternatif. On peut alors être gêné par la complication qu'apporte le dispositif spécial de démarrage et par la perturbation que le moteur introduit dans le circuit. On atténue beaucoup ces inconvénients à l'aide de l'artifice suivant. L'appareil particulier qu'il faut entraîner est mû par un moteur auxiliaire. L'axe de ce moteur porte une roue dentée en cuivre rouge, dont les dents défilent dans l'entre-fer d'un électro-aimant ayant ses deux branches de part et d'autre du plan de la roue. Cet électro-aimant est actionné par le courant alternatif sur lequel on veut synchroniser le moteur. Supposons pour un instant le synchronisme établi et supposons, en outre, que chaque dent passe dans l'entre-fer au moment où le champ magnétique est presque nul. Les courants induits sont alors très faibles, et le *freinage* qu'ils produisent est, par conséquent, minimum. Pour maintenir le synchronisme, il suffirait que la puissance fournie au moteur auxiliaire fût juste suffisante pour produire le mouvement et pour compenser la petite quantité d'énergie absorbée par le frein. Si l'on fournit au moteur une puissance un peu supérieure à cette valeur critique, ce moteur prend tout d'abord une légère avance de phase sur le courant alternatif. Les dents de cuivre rouge passent alors dans l'entre-fer à des instants où le champ magnétique a une valeur sensible; les courants induits augmentent et le frein absorbe toute l'énergie supplémentaire du moteur, sans que sa vitesse puisse augmenter. En pratique, la manœuvre se réduit à ceci: on met le moteur en marche et l'on fait passer le courant alternatif dans l'électro-aimant. La synchronisation se produit spontanément; le moteur s'accroche tout seul. — M. A. Guébbard poursuit ses recherches expérimentales

pour la représentation de la fonction photographique. Du fait seul que l'allure générale de la fonction photographique est assez bien connue, dans sa partie moyenne, pour qu'il soit constant qu'après avoir atteint un certain maximum elle redescend vers zéro, il résulte la possibilité d'expliquer, sans autre recours, tous les cas plus ou moins improprement dits de *renversement*, de *destruction* ou encore de *continuation*. Il est vrai que certaines expériences de M. Bouasse ont mis en doute l'existence d'une courbe énergétique unique, telle que la voudrait le *postulatum* de la proportionnalité des impressions au simple produit des intensités d'excitation par les durées. Et cela justifie la répartition qu'avait faite M. Guébbard, sur une courbe décroissante, des maxima des courbes représentant les valeurs d'impression en fonction du temps d'excitation, pour des intensités diverses de celle-ci. Mais, plus cela complique les expériences, en commandant la recherche d'autant de courbes qu'il y a de modalités d'énergie, et plus il importe d'être fixé préliminairement sur le mouvement de la courbe synoptique vers ses extrêmes. Or, si divers expérimentateurs ont définitivement prouvé que le départ, bien loin de se faire en ligne droite comme avaient cru l'établir MM. Lumière, se fait avec une tangente très peu inclinée sur l'axe, une certaine hésitation pouvait subsister sur l'extrémité lointaine de la courbe, qui, d'après MM. Lumière, se rapprochait asymptotiquement de l'axe horizontal, d'après M. Bouasse, s'en écartait de nouveau après une approche à concavité supérieure, et, selon certains commentateurs de M. Janssen, après ce relèvement retombait encore, comme pour finir en ondulations successivement décroissantes. Attribuant ces divergences à l'inconvénient de n'avoir pour juger, dans chaque expérience, que deux valeurs seulement, entre lesquelles rien ne peut avertir d'un changement de signe de la dérivée, l'auteur s'est appliqué à grouper toujours dans un même développement (bain dilué en cuvette verticale: eau 4000, sulfite de soude anhydre 10, métoquinone 1; durée 1 heure; température 15°), non seulement un certain nombre de plaques (6 ou 12) de même fabrication (pellicules, pour éliminer les perturbations dites de *halo*), mais encore, sur chaque surface 9 × 12 ou 13 × 18, le plus grand nombre possible de valeurs échelonnées. Des séries continues peuvent s'obtenir en exposant pendant des temps différents, par fractions longitudinales, une longue pellicule de 6^{cm} × 108^{cm} × *n* à l'action d'une flamme linéaire (pyr-étalon de Giroux), placée à quelque distance en avant d'une extrémité, parallèlement à la surface et éclairant, inversement au carré de la distance, tous les points non protégés. Mais la continuité des valeurs fait obstacle à une bonne différenciation, et mieux vaudrait encore opérer sous une cache à grille, ou faire des expositions fractionnées par saccades, si certains autres inconvénients, relatifs au développement, ne devaient faire préférer l'emploi des formats ordinaires de surfaces sensibles, qu'il suffit de découvrir progressivement par fractions, parallèlement à chacune des deux dimensions, pour les diviser en rectangles dont les poses correspondent à la somme des temps de mise à jour dans chaque sens. La comparaison de ces temps avec les noirs correspondants fournit tous les éléments des tracés de courbes, pour chaque intensité de lumière. Un autre procédé, qui simplifie les longues durées d'exposition, mais au détriment des résultats numériques, consiste à recouvrir chaque plaque de deux caches translucides croisées, formées chacune par l'imbrication en échelons d'un nombre progressif d'épaisseurs de papier blanc, avec, dans chaque sens, une bande opaque pour former réserve, et une bande découverte pour donner le rectangle d'exposition maxima. Malgré tout, certaines difficultés, écueil de tous les observateurs, rendent aléatoire de mesurer les estimations chiffrées, et l'auteur se borne, pour le moment, à l'énoncé du premier résultat spécialement visé, la réalité d'existence

d'un relèvement des noirs après le premier minimum, très voisin de zéro, qui, sur Vitroses Lumière, avec un éclaircissement de 2.000 lux (bec acétylène de 20 pyrs à 10 centimètres), demande de quarante à cinquante minutes pour se produire; puis la probabilité très grande d'une baisse nouvelle, après un maximum, inférieur au premier, qui, sur les plaques précitées, paraît très tardif, mais sur pellicules Kodoid d'Eastmann s'est manifesté nettement pour des expositions de quelques heures au pâle et inconstant soleil d'hiver, toujours suffisant, d'ailleurs, pour produire en moins d'une seconde le premier maximum, au delà duquel toute augmentation de pose ne fait que décroître les noircissements. M. P. Villard signale à ce sujet que très souvent, quand une plaque sensible est soumise successivement à deux impressions, et que pendant l'une d'elles cette plaque a été localement protégée par un écran, on observe un liséré clair entourant la silhouette de l'écran. M. Guéhard dit que ces faits notoires de *l'échouage* sont, à sa connaissance, absolument indépendants de la superposition de deux impressions successives, et parfaitement observables en prenant directement avec un objectif ou par contact l'image de « régions adjacentes » fortement contrastées.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

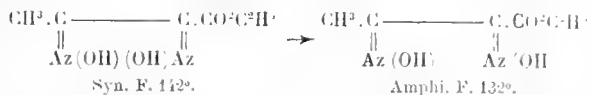
Séance du 27 Janvier 1905.

M. G. Urbain expose les recherches qu'il a faites en commun avec M. H. Lacombe sur la préparation et le poids atomique du samarium et de l'europium. Il décrit ensuite ses recherches sur le poids atomique du gadolinium (Gd=157,10) et donne quelques caractères de l'élément encore inconnu qui suit le gadolinium dans la série des terres rares. Il décrit, en particulier, le spectre d'absorption de l'élément Z₆ dont il montre la photographie à la Société. Ce spectre ne présente aucune des bandes du dysprosium. Ses bandes sont ultra-violettes et fort intenses, si l'on en excepte toutefois la faible bande λ=487,7, observée antérieurement par M. Lecoq de Boisboudran, et visible entre le vert et le bleu. La description de ce spectre, telle qu'elle résulte des premières mesures de l'auteur, est la suivante :

Milieu d'une bande faible, étroite et diffuse, constituant l'unique spectre d'absorption visible.	487,7
Milieu d'une bande double, forte, dont le composant le moins réfrangible est le moins fort.	379,4
Milieu de la plus forte des bandes de ce spectre.	369,7
Milieu d'une bande étroite et assez forte.	359,6
Milieu très approximatif d'une bande forte, large et très diffuse.	351,5

Au delà de cette bande, on en discerne une sixième sur les clichés, lorsqu'on les examine par transparence. — M. Godchot, en oxydant l'*octohydrure d'anthracène*, C¹⁴H¹⁸, dans des conditions déterminées, a obtenu deux nouveaux produits : 1° le *dihydrooxanthranol-9* : 10, C¹⁴H¹⁶O², cristallisé en grandes aiguilles jaunes, fondant à 159°. Il possède une grande stabilité. Par une oxydation plus profonde, il donne l'anthraquinone ordinaire. Il est susceptible de donner des éthers à 2 molécules d'acide : le *diacétyldihydrooxanthranol* est cristallisé et fond à 220°; 2° l'*hexahydroanthrone*, C¹⁴H¹⁶O, se présentant sous forme de tables fondant à 45°,5; elle distille vers 222-225° sous 25 mm. Elle donne une *semicarbazone* qui fond à 250°. Avec le brome, elle donne le *dibromohexahydroanthrone* fondant à 123°. — M. M. Wahl expose les raisons qui l'ont conduit, en commun avec M. L. Bouveault, à reprendre la question de l'existence de deux isomères stéréochimiques du dioximidobutyrate d'éthyle. D'après M. Nussberger (*D. ch. G.*, t. XXV, p. 2152), cet éther, obtenu par le chlorhydrate d'hydroxylamine et l'o-nitrosoacétylacétate d'éthyle, F. 142°, se transforme par HCl sec en un

isomère F. 132°. D'après la théorie de M. Hantzsch, ces deux éthers sont stéréoisomères; le premier est le *syn*, et le second l'*amphi* :



D'après Nussberger, le premier donne un *diacétate*, F. 50°, et le second un *diacétate*, F. 119-120°, quand on les traite par l'anhydride acétique. De même, le dérivé *syn*, traité par CH³.COCl, fournit aussi le *diacétate* F. 119-120°. En réalité, l'*éther dioximidobutyrique* n'existe que sous une seule forme, F. 162°; traité par l'anhydride acétique, il donne bien le *diacétate* F. 53-54°; mais le produit résultant de l'action du chlorure d'acétyle n'est pas, comme l'indique Nussberger, un *diacétate* isomère; c'est un *monoacétate*, F. 149°. La preuve, c'est que celui-ci, chauffé avec l'anhydride acétique, fournit le *diacétate* F. 53-54°. Le même *monoacétate* se forme quand on dissout l'éther dioximidobutyrique dans l'anhydride acétique à froid et qu'on évapore dans le vide; au contraire, à chaud, on obtient le *diacétate*. Quant à l'action de HCl sec sur l'éther dioximidé F. 162°, loin d'opérer une isomérisation, elle provoque simplement la formation de la *méthylisouitrosoisoxazolone*, qui, contrairement à ce qu'indique Nussberger, ne renferme pas 1/2H²O de crist. et ne fond pas à 132°, mais cristallise anhydre et fond à 159°.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 27 Janvier 1905.

M. R. S. Willows a montré antérieurement qu'un champ magnétique transverse, appliqué à la cathode, peut, dans certains cas, réduire la différence de potentiel aux bornes du tube. Il fait voir que la pression à laquelle cette diminution commence correspond à la pression à laquelle le voltage nécessaire pour maintenir la décharge dans les conditions normales est minimum; c'est aussi la pression à laquelle la colonne positive commence à être complètement striée. — MM. R. S. Willows et J. Peck ont trouvé que l'étincelle d'une machine de Wimhurst est éteinte par l'action des radiations du radium dans certains cas et que le courant qui passe décroît. Le phénomène est dû à l'action des rayons β; les rayons Röntgen sont inactifs, tandis que les rayons Lenard sont actifs. — M. P. Philipps a constaté que du caoutchouc, soumis à une traction constante, s'allonge considérablement, l'extension à un instant t après l'établissement de la charge étant donnée par la formule x = a + b log t, où a et b sont des constantes pour chaque charge. Après l'enlèvement de la charge, le caoutchouc retourne lentement à sa longueur primitive; l'allongement qui persiste au temps t₀ après l'enlèvement de la charge est donné par la formule x = b log t/t₀, t étant le temps d'établissement de la charge. Quand le caoutchouc est étiré à une longueur déterminée et maintenu dans cet état, la charge nécessaire pour maintenir l'élongation diminue avec le temps et est donnée à tout temps t, compté à partir du moment où l'allongement initial a été établi, par la loi P = a - b log t, b étant proportionnel à la grandeur de l'élongation initiale. Les fils recuits de cuivre, argent, or ou platine soumis à une charge se comportent en certains points comme le caoutchouc, tout en présentant des différences marquées. Si la charge dépasse une certaine valeur (dans les expériences de l'auteur, le tiers ou le quart de la charge de rupture), l'élongation au temps t après l'établissement de la charge est donnée par la même loi x = a + b log t; mais, au-dessous de cette valeur de la charge, b = 0. Quand la charge est enlevée, il n'y a pas de contraction appréciable, comme pour le caoutchouc ou le verre. — M. G. A. Bell montre que les erreurs dans la détermination acoustique du

module de Young pour le verre, dues aux irrégularités des barreaux ou tubes employés, peuvent être éliminées en appliquant à la longueur mesurée de chaque barreau libre une correction donnée par la formule :

$$\Delta l = \int_0^l \frac{\delta S}{S_0} \cos \frac{2\pi z}{T} dz.$$

dans laquelle δS est la différence entre la section transversale au point z et la valeur moyenne S_0 pour le barreau entier. **M. C. Chree** donne une justification théorique de cette formule. — **M. B. Weinberg** décrit quelques méthodes pour l'étude de la viscosité des solides : déformation d'un parallépipède fixé par sa base, torsion d'un barreau, déformation de la substance comprise entre deux tubes coaxiaux par la rotation du plus petit tube.

Séance du 10 Février 1905.

La Société procède au renouvellement de son Bureau pour l'année 1905. Sont élus :

Président : **M. J. H. Poynting** ;
Vice-présidents : **MM. C. Chree, H. M. Elder, J. A. Fleming et J. Swinburne** ;
Secrétaires : **MM. W. Watson et W. R. Cooper** ;
Secrétaire étranger : **M. S. P. Thompson** ;
Treasorier : **M. H. L. Callendar**.
M. J. H. Poynting fait une conférence sur la pression de radiation.

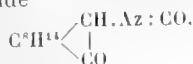
SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 25 Janvier 1905.

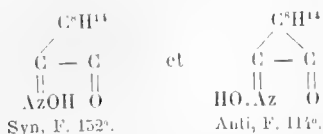
M. W. H. Perkin fait une conférence sur la vie et les travaux de Wislicenus.

Séance du 2 Février 1905.

MM. M. O. Forster et H. T. Fierz ont préparé la camphorylcarbimide



F. 77°, volatile avec la vapeur d'eau ; elle est transformée par l'eau en dicamphorylcarbamide, $\text{CO}(\text{AzH.C}^{10}\text{H}^{12}\text{O})_2$, F. 261°. — **M. M. O. Forster** représente l'isonitrosocamphre et sa forme instable par les deux configurations suivantes :



— **M. E. P. Perman** a étudié une méthode simple pour la détermination des poids moléculaires, avec une exactitude modérée, d'après les mesures de l'abaissement de la tension de vapeur du solvant de la substance à examiner. La solution est chauffée dans la vapeur du solvant pur, bouillant sous pression atmosphérique, et l'abaissement de la tension de vapeur est lu directement. — **MM. R. Meldola et J. H. Lane**, en réduisant le bromonitroacéto- α -naphthalide par Fe et HCl, ont obtenu la base anhydrobromée de Prager. Celle-ci, débromée par ébullition de sa solution alcoolique pendant deux jours avec Zn et de l'alcali, fournit une amidine, qui est le β -AzH-éthényldiaminonaphtalène.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 2 Décembre 1904.

M. W. F. Lowe montre que l'essai de la galène par voie sèche dans un creuset de fer peut donner des

résultats plus exacts qu'on ne le croit généralement. En enlevant l'essai du four aussitôt qu'il paraît être réduit, il a obtenu, avec une galène très pure, 85,86 % de Pb (quantité théorique 86,38 %) ; comme il y avait en tout 0,75 % d'impuretés, le résultat ne différait de la théorie que de 0,02 à 0,03 %.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 15 Décembre 1904.

M. H. S. Pattinson, à la suite d'une série d'expériences concluantes, propose de modifier comme suit la méthode de Lunge pour la détermination du soufre dans les pyrites : L'hydrate ferrique est précipité à 70° et maintenu pendant dix minutes à cette température, au lieu de précipiter à froid, puis de chauffer à 60°-70° ; l'excès d'ammoniaque doit être de 5 cc. ($d = 0,88$). Après lavage du précipité, le volume de la solution n'est pas réduit, mais neutralisé exactement (au méthylorange) avec HCl ; on ajoute un excès d'HCl (1 cc. $d = 1,17$) et on précipite BaSO_4 par addition de BaCl_2 à la solution bouillante. — **MM. J. Pattinson et J. T. Dunn** signalent deux nouvelles sources d'erreur dans la détermination du soufre : Les bouchons en caoutchouc rouge communément usés pour les flacons-laveurs sont attaqués par l'eau bouillante ou la vapeur et leur cèdent de l'acide sulfurique. D'autre part, on trouve souvent des composés sulfurés solubles dans le chlorure de baryum commercial.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 16 Décembre 1904.

M. S. F. Ball propose la méthode suivante pour déterminer la quantité d'alcool éthylique contenue dans l'huile de fusel commerciale : On prend 20 cc. de la substance, 20 cc. de benzène et 60 cc. de solution saturée de Na Cl, qu'on agite dans un séparateur gradué cylindrique ; après séparation, on lit le volume de la solution de Na Cl. On en prend 50 cc. que l'on distille avec 60 cc. d'eau, et l'on détermine l'alcool dans le distillat ; on en déduit facilement l'alcool contenu dans le total de la solution salée et, par là, dans l'huile de fusel.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 14 Décembre 1904.

MM. R. F. Carpenter et S. E. Linder poursuivent leurs recherches sur les réactions qui se passent dans le four de Claus. Entre 465° et 625° C., en présence de brique pilée, les deux réactions principales sont : $1^\circ \text{HCaz} + \text{H}_2\text{O} = \text{AzH}^3 + \text{CO}$; $2^\circ \text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}^2 + \text{H}^2$. La quantité d'acide cyanhydrique convertie en ammoniaque est d'environ 80 % ; elle diminue quand le courant est trop fort. En présence d'oxyde de fer, le rendement en AzH^3 atteint un maximum (96,3 %) à 280° C., puis diminue ensuite ; tout l'HCaz est décomposé. En présence de terre de Weldon, le rendement en AzH^3 n'excède jamais 75 % ; au-dessous de 150°, il s'échappe de l'HCaz non décomposé ; au-dessus de 200°, il se dégage de l'azote libre. Dans les trois cas mentionnés, la présence d'hydrogène sulfuré et d'air (en excès modéré) favorise à un haut degré le rendement en AzH^3 .

SECTION DE LONDRES

Séance du 9 Janvier 1905.

M. W. F. Reid fait un Rapport sur les industries chimiques à l'Exposition de Saint-Louis.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

La nouvelle comète à courte période « 1904 e ». — M. Fayet, un jeune astronome de l'Observatoire de Paris, qui s'est fait, chez nous, la spécialité du calcul des orbites, vient de mettre en évidence le caractère périodique de la comète « 1904 e », découverte récemment par M. Borrelly.

C'est donc un double succès pour l'Astronomie française, et nous sommes heureux que la chance soit venue favoriser cette fois encore M. Borrelly, dont tout le monde astronomique admire l'infatigable activité dans cette branche, et qui a déjà découvert un grand nombre de comètes paraboliques.

L'astre dont il s'agit a été trouvé le 28 décembre dernier, avec le petit chercheur de l'Observatoire de Marseille : c'était une petite nébulosité, de 10^e grandeur et sans trace de queue; situé, à cette époque, au voisinage de l'équateur et par 15° d'ascension droite, il se déplaçait d'environ 1° par jour vers le Nord-Est; la première mesure précise est du 30 décembre.

La parabole provisoire que M. Fayet déduisit, en utilisant les trois premières observations, lui permit de constater une particularité importante, qu'il avait remarquée comme un signe caractéristique des éléments de la presque totalité des comètes elliptiques déjà connues : l'inclinaison sur l'écliptique et l'argument du périhélie étaient peu différents de zéro.

Guidé par cet indice (dont l'utilité s'est trouvée confirmée une fois de plus dans le cas actuel), il n'hésita pas à entreprendre le calcul d'une orbite elliptique, malgré la petitesse de l'intervalle embrassé par les observations : celles-ci, en effet, avaient dû être interrompues, à cause de la Lune, dès le 11 janvier; il y avait donc toutes probabilités pour qu'une tentative exécutée dans des conditions aussi défavorables échouât et que l'unique résultat fût d'avoir entrepris en pure perte de longs et pénibles calculs.

Tout au contraire, le résultat fut même bien plus intéressant qu'on ne pouvait l'espérer : non seulement, il fut démontré que la parabole était insuffisante pour représenter les observations, mais le désaccord entre cette section conique et l'orbite réelle se trouva assez considérable pour qu'il fût permis d'affirmer que l'on se

trouvait en présence d'un astre dont la durée de révolution ne devait pas atteindre 10 ans¹.

Les observations faites ultérieurement vinrent confirmer pleinement cette conclusion; une nouvelle orbite, basée, cette fois, sur des lieux normaux s'étendant sur un mois environ, donna, en effet, les éléments que voici² :

Epoque du passage au périhélie : 1905 janvier 16, 654 t. m. de Paris.

Longitude du nœud ascendant . . .	76°42'	}	1905,0
Inclinaison sur l'écliptique . . .	30°32'		
Argument du périhélie	352°14'		
Excentricité	0 ^o 61974		
Moyen mouvement	303 ^o 93		

Ce qui conduit à une durée de révolution de 7 ans environ.

La comète 1904 e paraît donc appartenir au groupe important des astres périodiques dont le temps de révolution est inférieur à celui de la planète Jupiter, et ce groupe, nous l'avons déjà dit, tire principalement son grand intérêt de son rôle transitoire entre les petites planètes et les comètes, d'autant plus que la comète en question ne présente qu'un anneau de condensation sans queue.

Il est, en outre, intéressant de constater que, parmi les 33 comètes connues dont la période est inférieure à celle de Saturne, il n'en existe que 2, les comètes Tuttle et 1846 VI, dont la durée de révolution surpasse celle de Jupiter, et encore est-ce de bien peu, puisque leur période est de 13 ans 1/3.

Le nouvel astre ne semble pas, jusqu'à présent, être identique avec un de ceux déjà catalogués; mais cette conclusion ne pourra revêtir quelque certitude que lorsqu'on aura pu examiner la trajectoire dans le passé, et se rendre compte si les perturbations dues à l'action de Jupiter n'ont pas, à un certain moment, modifié considérablement la nature de l'orbite.

M. Fayet, qui s'est chargé de cette étude, serait très heureux si les différents observateurs voulaient bien lui adresser leurs mesures, et surtout si ces observa-

¹ *C. R.*, 23 janvier 1904, p. 259.

² *C. R.*, 30 janvier 1904.

tions pouvaient se prolonger le plus longtemps possible.

A la fin du mois de mars, l'éclat de la comète sera encore le quart de celui qu'elle possédait au moment de la découverte.

Le 3 avril, elle passera à peu près au milieu de la droite qui joint la Chèvre à la Cochier.

§ 2. — Physique

Un instrument pour l'observation de la vie des insectes. — Le docteur Aurelio de Gasparis, privat-docent à l'Université de Naples, vient d'inventer un instrument d'un intérêt tout exceptionnel et qui permettra aux naturalistes d'étudier désormais la vie des insectes et d'autres petits animaux dans ses conditions naturelles.

On sait que le microscope ordinaire, qui nous a révélé la structure même des tissus organiques et auquel nous devons la connaissance de tant d'organismes minuscules, oblige l'observateur d'approcher le plus près possible de l'objet à étudier. Le bioscope (fig. 1) lui permet, par contre, de se tenir à une distance de 0^m,30 à 1 mètre, de façon à rester inaperçu de l'objet en expérience. Cet instrument consiste essentiellement en un tube extensible, portant dans sa partie antérieure un système d'objectifs achromatiques parfaitement libres d'aberrations de sphéricité, alors que sa partie postérieure comprend un oculaire grand champ de vision.

Les tableaux que le bioscope révèle aux yeux du naturaliste sont d'un genre inattendu et d'une splendeur et d'un éclat inexpriables. En munissant l'appareil d'une chambre photographique, on peut fixer par la photographie les impressions éminemment intéressantes qu'on reçoit ainsi. De ces photographies, nous donnons un échantillon qui ne manquera pas d'intéresser nos lecteurs (fig. 2).

Cet instrument, ouvrant un champ tout nouveau aux recherches biologiques, ne tardera sans doute pas à être généralement adopté, d'autant plus que le maniement n'exige point de technique spéciale, comme le

microscope; faisons remarquer, enfin, que le bioscope se prête encore aux emplois médicaux, pour étudier, par exemple, les cavités du corps humain.

A. Gradenwitz.

§ 3. — Électricité industrielle

Un téléphone hygiénique. — Les appareils téléphoniques en usage sur les grands réseaux peuvent être classés en deux catégories, suivant que le microphone dont ils sont munis est fixe, ou combiné avec le récepteur pour former ce qu'on appelle un *microtéléphone*.

Dans le premier cas, que l'appareil soit appliqué contre un mur ou

posé sur une table, la fixité du microphone (ou *transmetteur*) oblige la personne qui parle à se placer, par rapport à cet appareil, dans une position à peu près invariable, face à la plaque ou au cornet dont il est muni, et à une distance de ceux-ci qui varie suivant les personnes et suivant la notion qu'elles ont qu'on les comprend plus ou moins bien. On a, d'ailleurs, généralement, dans le public, une tendance instinctive à se rapprocher du transmetteur, dans l'espoir d'être mieux compris. L'un des inconvénients d'une telle pratique consiste en ce qu'elle est fort peu hygiénique, tant pour la personne qui parle que pour celles qui pourront se servir, après elle, du même appareil. D'autre part, bien des microphones sont sujets à se dérégler, par suite de l'humidité due à la vapeur d'eau qui est exhalée avec la respiration.

Les *microtéléphones* sont sujets aux mêmes critiques, avec cette aggravation que, dans ces appareils, l'on n'a même plus la latitude de s'éloigner du cornet du transmetteur. L'application du pavillon du récepteur contre l'oreille a pour effet d'amener le microphone, monté sur le même bras, à une distance de la bouche généralement réduite à quelques

centimètres; aussi ces appareils sont-ils considérés comme très personnels. En outre, dans la plupart des *microtéléphones*, l'inclinaison de l'appareil dépend essentiellement de la personne qui parle, et comme,

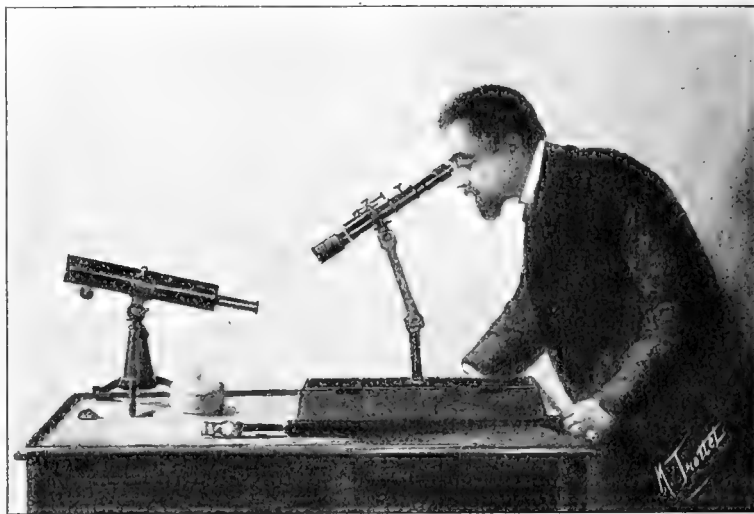


Fig. 1. — Observateur se servant du bioscope.



Fig. 2. — Fourmi faisant sa toilette, vue au bioscope.

pour chaque microphone, cette inclinaison n'est pas indifférente, il en résulte que, dans un très grand nombre de cas, l'appareil est mal utilisé et ne donne pas son rendement maximum.

Un appareil d'invention récente, que les constructeurs appellent le *monophone*, échappe à ces critiques et réalise, de ce fait, un sérieux progrès en téléphonie et en hygiène (fig. 3 à 5).

C'est un appareil dans lequel le microphone M est placé dans le même boîtier métallique que le récepteur R, lequel doit, bien entendu, être appuyé contre l'oreille pendant la conversation. Ce boîtier est muni d'un cornet C qui joue le double rôle d'adducteur des sons au microphone et de poignée permettant de saisir l'appareil. Ce cornet est très légèrement cintré, de façon à ramener son ouverture vers la bouche, mais sans arriver néanmoins en face de celle-ci. Elle s'en approche assez pour recueillir les sons transmis, pas assez pour recueillir l'haleine ni les particules de salive, qui, dans les autres types d'appareils, sont, au contraire, recueillis si pieusement par le cornet ou la plaque du transmetteur.

Il va sans dire que le microphone employé extrêmement sensible, à tel point que, sans cet éloignement entre lui et la bouche et sans les réflexions que subissent les ondes sonores avant de lui arriver, ce microphone serait d'un emploi insupportable. Dans les conditions où il fonctionne, il est, au contraire, de la sensibilité voulue pour donner une transmission très puissante sans cesser d'être d'une netteté absolue. Il se compose de deux membranes de charbon, très minces, munies à leur centre d'une petite cuvette, et accolées de telle façon que

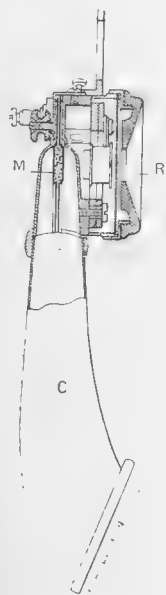


Fig. 3.



Fig. 4.

Fig. 3. — Coupe du monophone. — R, récepteur; M, microphone; C, cornet.

Fig. 4. — Vue extérieure du monophone.

les cuvettes forment, au centre du système, une sorte d'alvéole où l'on place des granules de charbon de forme irrégulière. Le microphone ainsi constitué est monté dans le boîtier de façon à recevoir les vibrations

simultanément sur ses deux faces. On obtient ainsi la grande sensibilité dont nous avons montré la nécessité. En outre, il est clair que, quelle que soit l'inclinaison donnée au cornet, le microphone reste toujours vertical, c'est-à-dire dans la position la plus favorable à son bon fonctionnement.

Quant au récepteur, il n'a rien de spécial, sinon



Fig. 5. — Mode d'emploi du monophone.

qu'il est soigneusement isolé du microphone par une cloison séparatrice, qui a pour but d'empêcher la formation du phénomène bien connu sous le nom de *telephone chantant*.

§ 4. — Chimie biologique

Les déviations pathologiques de la désintégration des albumines : la Cystinurie. — Tandis que l'on connaît toute une série d'anomalies de la dégradation des hydrates de carbone dans l'organisme, on ne peut guère citer, en ce qui concerne les déviations pathologiques de la désintégration des albumines, que l'alcaptonurie et la cystinurie. La *Revue* a rendu compte récemment des dernières recherches faites sur l'origine des corps alcaptoniques¹, et aussi, à deux reprises², des travaux relatifs à la constitution de la cystine, ou plus exactement des deux cystines : celle que l'on obtient par l'hydrolyse des protéiques et spécialement de la corne et des cheveux, et celle que l'on extrait des calculs urinaires de cystine, quand on a la bonne fortune, extrêmement rare, de mettre la main sur des pierres de cette nature. Néanmoins, en dépit de ces recherches, la cystinurie était demeurée à l'état de simple curiosité ou de rareté pathologique, lorsque, tout récemment, des recherches de A. Loewy et C. Neuberg³ ont montré que l'étude de cette affection se relie à tout l'ensemble du problème de la désintégration pathologique des albumines.

Les lecteurs de la *Revue* ont vu que la cystéine⁴ des protéiques est l'acide α -amino- β -thiopropionique (Friedmann), tandis que celle des calculs est l'acide α -thio- β -aminopropionique, les deux acides présentant donc les

¹ Voyez la *Revue* du 30 janvier 1905, p. 83.

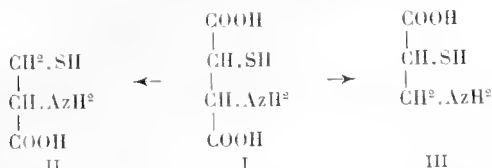
² Voyez la *Revue* du 30 avril 1903, p. 312, et celle du 15 janvier 1905, p. 25.

³ Loewy et Neuberg : *Z. f. physiol. Chem.*, t. XLIII, p. 338.

⁴ On se rappelle que la cystine est le disulfure de l'acide thio-amino correspondant, ou cystéine.

⁴ D'où le nom de *monophone*.

mêmes relations que la sérine et l'isoserine. Or, Loewy et Neuberg, ayant eu l'occasion d'observer un cystinurique, ont constaté d'abord ce fait surprenant que la cystine du sédiment de cette urine n'est pas, comme on pouvait s'y attendre, identique à celle des calculs, mais à celle des protéiques. L'organisme produit donc les deux cystéines par un mécanisme sur lequel on ne peut encore faire que des hypothèses. Voici celle que proposent les deux auteurs et qu'il ne serait pas impossible de poursuivre sur le terrain expérimental. Ils supposent que l'organisme produit d'abord un acide thio-aminosuccinique (I), qui, par perte de CO_2 emprunté à l'un ou l'autre carboxyle, engendrerait, soit la cystéine des protéiques (II), soit celle des calculs (III). On verra plus loin des exemples de semblables départs de CO_2 .



Quoi qu'il en soit, l'origine protéique de la cystine urinaire chez le cystinurique, origine qui n'avait jamais été démontrée jusqu'à présent, devient très vraisemblable, et la cystinurie consiste donc dans l'impuissance où se trouve le cystinurique de brûler complètement le groupe cystine fourni par le dédoublement de ses albumines. Mais on est conduit alors à se demander si cette impuissance ne s'étend pas à d'autres d'entre les amino-acides résultant de la désintégration des protéiques.

En examinant dans cette direction les urines de leur malade, Loewy et Neuberg n'y ont rien trouvé d'anormal, ni amino-acides, ni les diamines (cadavérine, putrescine) signalées par Baumann dans l'urine des cystinuriques; mais ils ont constaté que le sujet est impuissant à oxyder convenablement les amino-acides qu'on lui fait ingérer. D'abord la cystine des protéiques, — donc la même que celle que le malade éliminait, — introduite *per os*, s'ajoutait simplement à la cystine déjà perdue par l'urine, alors que l'on sait qu'à l'état normal l'homme détruit totalement une dose de 8 grammes de cystine¹. Au contraire, le sujet détruisait complètement la cystine des calculs, dont le soufre se retrouvait intégralement sous la forme de sulfates et de soufre urinaire neutre. La tyrosine, l'asparagine, que l'organisme normal détruit et transforme en acide carbonique et en ammoniacque, et secondairement en urée, se retrouvaient en majeure partie intactes dans les urines. Les diamino-acides, lysine et arginine, n'étaient pas détruits non plus, mais seulement transformés. La lysine reparaisait dans les urines sous la forme de cadavérine ou pentaméthylène-diamine, c'est-à-dire qu'elle avait perdu CO_2 , et l'arginine sous la forme de putrescine ou tétraméthylène-diamine, c'est-à-dire après départ de CO_2 et du groupe uréogène.

Ces constatations apportent avec elles plusieurs enseignements importants. La *Revue*² a signalé incidemment un travail très intéressant d'Ellinger, qui a constaté que les bactéries de la putréfaction transforment l'ornithine³ — c'est-à-dire, en définitive, l'arginine — en putrescine, et la lysine en cadavérine, en détachant simplement CO_2 de ces deux molécules. Les observations de Loewy et Neuberg démontrent aujourd'hui que l'organisme — ou tout au moins celui du cystinurique — peut opérer la même réaction, véritable combustion interne, aboutissant à la formation d'une ptomaine, par une de ces réactions anaérobiques sur lesquelles A. Gautier a si fortement attiré l'attention

des physiologistes. Constatons, d'autre part, que la transformation de l'arginine en putrescine implique que l'organisme a séparé de la molécule arginine, en même temps que CO_2 , le groupe uréogène, réaction récemment observée par Kossel et Dakin⁴ sous l'influence d'une diastase spéciale, l'arginase. Il était intéressant de constater que ces réactions, signalées comme se passant *in vitro* et dans des conditions spéciales, s'accomplissent aussi dans l'organisme.

On doit se demander, en outre, pourquoi le sujet en question, qui était capable de brûler complètement les mono-amino-acides (tyrosine, asparagine) et les diamino-acides (arginine, lysine) résultant du dédoublement de ses albumines, ne détruisait plus, ou seulement d'une façon incomplète, ces mêmes acides, introduits directement dans l'organisme. Serait-ce donc que la dégradation des albumines ne passe pas dans l'organisme par ces produits? Les auteurs espèrent pouvoir aborder expérimentalement ces questions en faisant ingérer à leur sujet des polypeptides⁵ de plus en plus compliqués, puis des peptones, et enfin des albumines, et en observant à partir de quel degré de complication des molécules ainsi ingérées cessera l'élimination d'acides par les urines.

Le cas en question montre aussi qu'il existe des degrés dans la cystinurie. Le malade de Loewy et Neuberg n'excrétait pas de diamines. Au contraire, dans les cas graves observés par Baumann, la cystinurie était compliquée de diaminurie, c'est-à-dire qu'à l'impuissance de brûler la cystine s'ajoutait encore celle d'oxyder des diamino-acides, comme la lysine et l'arginine.

C'est donc bien dans l'intimité même des problèmes de la désintégration pathologique des albumines que nous introduit l'étude de la cystinurie.

§ 5. — Enseignement

A propos d'enseignement. — On a traité de l'enseignement scientifique au Musée pédagogique; les lecteurs de la *Revue* ont été mis au courant de ces discussions par l'article d'Ascoli. On avait traité, l'année précédente, d'enseignement secondaire en général à l'École des Hautes-Études sociales. Je voudrais parler des rapports qui existent entre ce qui s'est dit ici et ce qui s'était dit là.

Rapports fort étroits, je crois qu'on aurait tort de l'oublier. Nulle branche de l'enseignement ne peut être abstraite de son milieu, des nécessités auxquelles elle est contrainte par la présence des autres. Les conférenciers du Musée pédagogique nous ont signalé des lacunes et proposé des réformes dans l'enseignement des Sciences mathématiques et physiques. Je ne crois pas qu'on puisse combler ces lacunes et réaliser ces réformes d'une manière satisfaisante en s'adressant à cet enseignement seul. Les causes qui ont agi sur lui, qui, pendant si longtemps, l'ont rendu abstrait, l'ont éloigné de l'expérience et de la réalité, ont manifesté leur action sur toute sorte d'autres points: non seulement — nous y reviendrons tout à l'heure — par la place déplorablement insuffisante qui lui était faite ou par l'exclusion plus complète encore des Sciences naturelles, par l'exclusion absolue de la Géologie, mais d'une manière beaucoup plus étendue et plus générale; car l'enseignement littéraire, pas plus que l'enseignement scientifique, pas plus, en un mot, que tout ce qui s'est fait au lycée jusqu'à ces derniers temps, n'a été exempt des mêmes tendances. Partout se retrouve cet esprit oratoire, verbal, formel qu'ont si bien caractérisé, aux Hautes-Études sociales, MM. Seignobos et Lanson.

La seule différence est que, dans un cas, la nature du mal et celle du but à atteindre ont été unanimement reconnues, tandis que, dans l'autre, d'étranges divergences existent sur ce point. Beaucoup de lecteurs

¹ GOLDMANN: *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. IX, p. 206.

² Voyez la *Revue* du 15 janvier 1903, p. 6.

³ On sait que l'arginine est dédoublée, par hydratation, en ornithine et en urée.

⁴ Voyez la *Revue* du 15 janvier 1903, p. 21.

⁵ Voyez la *Revue* du 30 janvier 1903, p. 77.

n'ont pas besoin qu'on leur montre dans l'enseignement littéraire — pour me borner à cet exemple — les effets du formalisme. Peut-être auront-ils, comme moi, peine à comprendre la persistance avec laquelle beaucoup d'autres se refusent à admettre cette action, et devrai-je m'excuser auprès des premiers si je m'attarde un instant à m'expliquer vis-à-vis des seconds.

Ceux-ci, notons-le bien, sont les plus ardents à proclamer qu'ils n'ont pas en vue de préparer de beaux parleurs. Il ne s'agit plus, c'est entendu, de viser à la seule perfection littéraire, dont nul, d'ailleurs, ne songe à contester l'importance, du moment qu'on ne veut point borner là toute la culture, mais de former le jugement, d'apprendre à sentir et à raisonner juste. Que dis-je ? L'une des dernières conceptions mises en avant, à cet égard, consiste à voir dans l'enseignement des belles-lettres le seul et vrai moyen de développer... l'esprit scientifique.

Comment ne pas voir que, en fait, les choses sont systématiquement dirigées dans un sens tout opposé ? Il suffit déjà de passer en revue, comme l'a fait M. Lanson à l'École des Hautes-Études sociales, le discours, la narration, voire la dissertation qui les a partiellement remplacés, pour être édifié. La liste des auteurs expliqués n'est pas moins instructive. Par quel malheureux hasard les œuvres mises entre les mains de nos élèves auraient-elles été empruntées aux littératures et aux époques historiques les plus satisfaisantes, peut-être, au point de vue purement littéraire, mais les moins fécondes en idées qui soient ? Pourquoi la majorité d'entre elles auraient-elles été choisies sans autre motif que celui d'avoir pour objet l'art d'écrire, devenu ainsi fin en soi ? Et pourquoi en avoir écarté d'une façon presque absolue tout ce qui a une portée sociale quelconque ? Là encore, sans qu'il soit nécessaire d'entrer plus avant dans le détail, apparaît le système, ce même formalisme verbal dont nous parlions tout à l'heure.

Il est curieux de penser qu'un mal si profond ait échappé, par son universalité même, au point de n'avoir pas été aperçu jusque dans ces tout derniers temps, au point d'avoir été nié en 1903 à l'École des Hautes-Études sociales.

Mais, si hier ce mal n'était pas soupçonné, voici qu'aujourd'hui beaucoup sont tentés d'y voir de l'histoire ancienne.

C'est aller un peu vite. Pour me borner aux exemples que je rappels tout à l'heure, non seulement le discours n'est pas aussi mort qu'on veut bien le dire, mais la liste des ouvrages portés au programme n'a sensiblement pas changé, du moins en ce qu'elle a d'étrange ; et quelques-uns des plus saugrenus, la *Lettre à l'Académie*, par exemple, ne sont nullement abandonnés par les professeurs de première, comme on dit aujourd'hui, — de rhétorique, comme on pourrait, hélas ! fort légitimement continuer à dire le plus souvent.

Non seulement les conséquences de l'esprit de formalisme subsistent presque aussi nombreuses que par le passé, mais il me semble que cet esprit lui-même est bien vivant. Je n'en veux pour preuve que les contradictions violentes rencontrées, dans un auditoire universitaire, par MM. Seignobos et Lanson lorsqu'ils ont abordé ce sujet. J'ai trop vu nier qu'il y eût quoi que ce soit à changer pour croire que le changement soit entrepris d'une manière bien active.

Et puis, je ne vois pas qu'on ait cessé d'invoquer la « culture générale » pour l'opposer à l'esprit « technique et utilitaire ». L'emploi de cet argument, sur la valeur duquel les lecteurs de la *Revue* sont évidemment édifiés après l'article d'Ascoli, est assez significatif à lui tout seul. En lui, le formalisme revit tout entier.

Non pas, entendons-nous bien, que, pris à la lettre, il ne renferme un sens profondément juste. Ce n'est pas à l'utilité en soi de telle ou de telle connaissance qu'il faut mesurer son importance dans l'enseignement, mais à l'influence qu'elle exerce sur le développement

de l'esprit. Si c'était cela que les partisans de la culture générale voulaient dire, je ne sais s'ils rencontreraient des contradictions, mais ce ne serait pas de ma part.

Seulement les mots « culture générale », pour l'immense majorité d'entre eux, signifient tout autre chose : ils s'appliquent précisément à tout ce qui est le plus oratoire et le plus formel possible, pendant que « technique » et « utilitaire » désignent, en fait, tout ce qui s'éloigne de cet idéal.

Sont ainsi baptisées, par exemple, les sciences de toute espèce, sans qu'il soit possible de comprendre — si les mots conservaient leur sens — quelle signification cela pourrait avoir.

Tant que des aphorismes de cette espèce auront cours, le formalisme ne sera pas mort, et, tant qu'il en sera ainsi, je crains que l'enseignement scientifique ne puisse pas être amené au point où nous voudrions le voir. Il y a dans les choses une harmonie qu'on ne peut rompre à volonté.

Au reste, cette impossibilité s'est déjà présentée dans les discussions du Musée pédagogique sous une forme tout ce qu'il y a de plus tangible et évidente. A toutes les réformes qui ont été successivement mises en avant, qu'il s'agisse de l'introduction, si profondément nécessaire, de la méthode heuristique ou de la multiplication des expériences en Physique, une même objection a été, en général, fort justement opposée : c'est l'insuffisance de temps.

Seulement ce n'est pas la méthode heuristique seule, c'est tout enseignement véritable qui est impossible de ce chef, aujourd'hui encore, dans certaines classes. Je ne vise pas, en ce moment, celles de Mathématiques élémentaires et spéciales, où la question de l'encombrement des programmes, qui a, d'ailleurs, été discutée au Musée pédagogique, se pose autrement ; mais du début de l'enseignement, de l'enseignement des sciences dans les classes de lettres (principalement dans la section A du premier cycle, dans les sections A et B second), sur lequel on a une tendance naturelle à s'arrêter un peu moins, et qui a, en réalité, une très grande influence. Par cela seul qu'il est le premier en date, ses défauts ne sauraient être indifférents. C'est sur ces médiocres fondations que devra s'élever l'enseignement ultérieur, lorsqu'il existera ; et, pour la majorité des élèves, il n'existera pas ; ce sont même ceux qui en sont privés que beaucoup de gens considèrent, à l'exclusion des autres, comme ayant reçu la culture universitaire.

On sait dans quelle ignorance profonde de toute idée scientifique ils ont été tenus jusqu'à présent. Ici encore, devons-nous parler au passé, et le nouveau plan d'études a-t-il notablement amélioré les choses ? On l'a beaucoup dit et cela a été posé en principe un peu partout. Mais cela ne me paraît pas aussi évident en fait. Pour les Mathématiques, il y a reculé (1 heure en quatrième, seconde et première, 2 heures en troisième, au lieu de 1 h. 1/2 et 3 heures) ; et il ne me paraît pas que l'heure unique ajoutée en quatrième pour les Sciences naturelles compense efficacement ce recul. Pour la Physique, le temps total est le même, avec une autre répartition qui permet de consacrer à cette étude... 1 heure en seconde et en première.

L'habitude que nous avons tous de cet état de choses est-elle assez forte pour qu'un tel « progrès » paraisse suffisant à quelques-uns ? Il faudrait, à mon avis, pour en juger ainsi, oublier les conditions que doit remplir n'importe quel enseignement, lorsqu'il s'adresse à des enfants. Rappelons nos souvenirs d'écoliers. Nous avons tous appris des déclinaisons, des conjugaisons et des règles de syntaxe ; mais quelle fraction du temps représentait l'indication et la récitation pure et simple de ces quelques pages de grammaire ? A quoi aurait été réduite l'année d'enseignement, si elle n'avait consisté qu'en cela ? A quelques semaines, sans doute. Le reste était employé à une série d'exercices, où les règles

étaient perpétuellement ramenées, où chacune d'elles était rappelée à vingt reprises par les applications qu'on en faisait. Et quand une année avait ainsi passé, le professeur de l'année suivante ne comptait guère sur le savoir ainsi acquis : il recommençait sur nouveaux frais, faisait reprendre en majeure partie les mêmes pages, prodiguant de nouveau exemples et applications ; et c'est seulement au bout de cinq ou six ans de ce régime qu'on se flatte, quelquefois à tort, d'en avoir retiré quelque fruit.

Cela suffit — même en admettant que les classes littéraires prennent un peu trop leur temps — pour faire comprendre qu'un enseignement comme celui des Mathématiques — pour ne parler que d'elles — dans les sections A et B, où le professeur dispose d'à peine plus de temps qu'il n'en faut strictement pour faire son cours sans flâner en route, où il est obligé, chaque année, de continuer (et non de faire revoir) le cours de l'année précédente, n'a pas d'existence réelle. L'étonnant est qu'il n'y ait pas, avec ce système, plus d'élèves encore « fermés aux Mathématiques ». Et les projets de toute sorte que l'on forme en vue de rendre cet enseignement plus fécond et plus éducatif me paraissent un peu puérils dans de pareilles conditions. Il faut donc espérer que l'on donnera — et sans trop tarder — satisfaction au vœu exprimé par plusieurs professeurs de l'enseignement secondaire, et qui tend à modifier cet état de choses, vœu auquel on ne peut reprocher que sa modération excessive.

Si important qu'il soit, je ne voudrais pas insister plus longuement sur ce point, — les faits parlent au reste suffisamment par eux-mêmes : — je ne voudrais pas qu'on réduisit à cela la véritable question. Il faut, certes, combattre à tout prix le système qui consiste à traiter les sciences, — et souvent tout ce qui n'est pas l'enseignement littéraire ou philosophique, — comme une quantité négligeable. Ce système est encore soutenu aujourd'hui par une foule d'écrivains pédagogiques, mais il n'est, chez eux, qu'un des aspects du formalisme. La lutte n'est pas entre l'enseignement littéraire et l'enseignement scientifique : elle est entre deux façons de concevoir tout enseignement.

Jacques Hadamard,

Professeur suppléant au Collège de France.

§ 6. — Sciences diverses

La dépréciation du métal argent¹. — La production de l'argent n'a jamais cessé d'être bien supérieure à celle de l'or : c'est là, d'ailleurs, la raison principale de la différence de valeur entre les deux métaux. Depuis la découverte de l'Amérique jusqu'en 1903, y compris, il a été extrait 288.295.337 kilogs d'argent contre 46.471.822 kilogs d'or, soit dix-sept fois et demie plus d'argent que d'or. Le rapport entre les productions annuelles a naturellement beaucoup varié, sans que pourtant, au cours de cette longue période, la proportion des valeurs s'écartât beaucoup du pair de l'Union latine, soit 13,5. Du moins en fut-il ainsi jusqu'en 1873. De 1873 à 1903, la moyenne annuelle de la production de l'or passe de 174.000 kilogs à 445.000 kilogs, soit un accroissement de 156 % ; la moyenne annuelle de la production de l'argent s'élève de 1.969.000 kilogs à 5.319.000 kilogs, soit un accroissement de 174 %. Malgré la faible différence de proportion dans les quantités extraites, le rapport des valeurs monte cependant jusqu'à 39,1 à fin 1902. Quelles sont les raisons de ces deux phénomènes économiques ? C'est qu'autrefois, par le fait de bas salaires, de transactions peu importantes et peu étendues, la richesse publique était faible, l'argent plus recherché que l'or, aussi bien par le monnayage que par les besoins indus-

triels. Il en fut ainsi pendant des siècles, tant que la science ne vint pas transformer l'industrie en enrichissant brusquement la société et en retournant les conditions précédemment exposées : hausse des salaires, développement des échanges, accroissement de la richesse générale. D'autres phénomènes économiques agissent encore dans le sens d'une dépréciation de l'argent. C'est, de 1871 à 1875, l'adoption de l'étalon d'or par l'Allemagne et les Pays scandinaves ; de 1876 à 1880, la suspension de la frappe de l'argent dans l'Union latine et les Pays-Bas ; de 1891 à 1900, l'adoption de l'étalon d'or par l'Autriche-Hongrie, la Russie, le Japon et les Etats-Unis, et la suspension de la frappe de l'argent aux Indes. Cette préférence pour l'or vient de ce qu'il est la monnaie la plus portable, la plus précieuse et, par conséquent, la mieux adaptée aux besoins des pays où la richesse est plus grande, les prix et les salaires plus élevés.

L'avalissement de l'argent a produit une rupture du pair du change entre Etats à étalon d'or et Etats à étalon d'argent, et a eu des effets particulièrement

TABLEAU I. — Production et cours du métal argent de 1871 à 1904.

ANNÉES	PRODUCTION		RAP- PORT des poids	COURS DE L'AR- GENT à Londres (en deniers)		RAP- PORT des valeurs
	moy. annuelles en milliers de kgs)			maxi- mum	mini- mum	
	de l'or	de l'ar- gent				
1871-1875 . . .	174	4.969	11,3	61 ¹ / ₈	33 ¹ / ₂	16,0
1876-1880 . . .	167	2.196	13,2	58 ¹ / ₂	46 ¹ / ₃	17,8
1881-1885 . . .	154	2.661	17,3	52 ⁷ / ₈	46 ⁷ / ₈	18,6
1886-1890 . . .	170	3.387	19,9	54 ⁷ / ₈	41 ⁵ / ₈	21,1
1891-1895 . . .	215	4.921	20,0	48 ⁴ / ₈	27	27,0
1896-1900 . . .	387	5.154	13,2	31 ¹⁵ / ₁₆	23 ⁸ / ₈	33,5
1901	395	5.382	13,6	29 ¹⁰ / ₁₆	24 ¹⁵ / ₁₆	34,7
1902	445	5.194	11,7	26 ¹ / ₁₆	21 ¹¹ / ₁₆	39,1
1903	494	5.381	10,9	28 ¹ / ₂	21 ¹ / ₄	38,0
1904 (10 mois) .	»	»	»	27 ¹ / ₂	24 ¹ / ₂	»

funestes sur le commerce du monde. Les pays argentistes ont pu croire un moment que la baisse du change les faisait bénéficier d'une protection contre les importations étrangères et d'une prime à l'exportation de leurs propres produits. Ce n'était là qu'une illusion dangereuse, qui aboutit à l'appauvrissement du pays à étalon d'argent. On a calculé, ainsi, que le Mexique faisait cinq fois plus d'efforts et de dépenses pour obtenir seulement trois fois plus de produits d'échange.

La gravité de cette situation n'a pas échappé aux deux grands pays producteurs d'argent, les Etats-Unis et le Mexique, qui ont nommé chacun une Commission d'enquête, chargée d'insister auprès des Gouvernements européens sur la nécessité de s'associer pour une action commune en vue d'arriver à la stabilité du change. Le résultat de cette consultation est que cette stabilité pourrait être obtenue en suivant une politique uniforme dans les achats d'argent nécessaires à certains moments pour la frappe des monnaies, en adoptant un rapport de valeur entre l'or et l'argent plus conforme aux conditions actuelles, tel que le rapport de 32 à 1 ; enfin, en suspendant la frappe libre partout où elle existe encore. Ces nouvelles mesures sont appliquées en ce moment aux Straits Settlements, dans l'Indo-Chine française, aux îles Philippines, dans la république de Panama et au Mexique. De plus, le nouveau système monétaire de ces trois derniers pays est basé sur l'étalon d'or. La hausse continue du métal argent pendant l'année 1904 peut être regardée comme une conséquence heureuse du nouvel état de choses.

P. Clerget,

Professeur à l'École de Commerce du Louvre.

¹ Cf. Les Rapports des Directeurs de l'Administration des Monnaies de France et des Etats-Unis ; la Revue économique internationale du 15-20 janvier 1905 ; l'Economiste français des 5-12 novembre 1904.

HYGIÈNE ET VIE MATÉRIELLE EN CHINE¹

Respectueuse à l'excès du passé, la Chine ne progresse plus depuis bien des siècles. Qui parcourt le Yunnan, en relisant les descriptions du célèbre voyageur Marco Polo, contemporain de Saint-Louis, reste convaincu que la physionomie du monde chinois ne s'est guère modifiée depuis six cents ans.

Comme en Occident, au Moyen-Age, les moindres villes et même les bourgades de l'Empire sont encore aujourd'hui entourées d'une enceinte crénelée d'aspect formidable, mais qui ne tiendrait pas une heure contre le canon moderne. Les routes qui relient les différents centres et même celles qui traversent la Chine de part en part, depuis Pékin jusqu'aux frontières indécises, ne sont à proprement parler que des pistes. Tantôt elles s'élargissent démesurément et se subdivisent en une infinité de ramifications entre lesquelles le voyageur hésite, tantôt elles se réduisent à leur plus simple expression, un sentier, par exemple, qui couronne un talus de rizière. Le soin de réparer la route est laissé à l'initiative des riverains, et l'on peut être assuré qu'ils y mettent beaucoup de discrétion. L'unité de plan dans le tracé des routes fait donc totalement défaut. Parfois même des solutions de continuité coupent une voie en plusieurs tronçons; alors on erre à l'aventure jusqu'à ce que l'on ait retrouvé le fil conducteur, difficile d'ailleurs à identifier, car il n'y a pas, bien entendu, de poteaux indicateurs. Sauf au voisinage immédiat des grandes cités, l'empierrement des routes est très défectueux. Pendant la saison des pluies, les petits chevaux chinois, dont le pied est d'une sûreté merveilleuse pour progresser sur l'argile glissante, enfoncent dans les fondrières jusqu'aux jarrets et même jusqu'à la croupe.

Comme le Chinois déboise systématiquement les montagnes, pour couvrir de rizières les contreforts, le régime des eaux est profondément modifié. Il en résulte que les rivières roulent en torrent pendant l'hivernage, tandis qu'elles sont presque taries durant la saison sèche. Des ponts suspendus ou même des ponts de pierre franchissent les grands fleuves; mais les cours d'eau de moindre importance doivent être passés à gué ou en pirogue. En temps d'inondation, il faut se résigner à attendre que le niveau des eaux s'abaisse et rende le passage moins périlleux ou tout au moins possible.

Aux abords des villes, des faubourgs peuplés s'alignent le long des voies les plus fréquentées. Là s'entasse, dans des demeures exiguës et sordides, la population pauvre. On y voit de vastes caravansérails, où les muletiers chinois, à bon droit défatigués, couchent sur leurs charges auprès de leurs bêtes.

Les murailles des villes, dont l'importance au point de vue militaire est problématique, ne sont pas sans utilité. Elles mettent les citadins paisibles à l'abri d'un coup de main, elles les protègent contre les brigands et les malandrins qui tiennent la campagne et lèvent des tributs. Contre ces bandes armées, que peut le mandarin, fonctionnaire impuissant, qui n'a sous ses ordres qu'une force militaire dérisoire et suspecte! Un coup de canon est tiré à la tombée du jour: à ce signal, on ferme les portes de la ville. Dès lors, et pendant toute la nuit, il n'y a plus de communication avec le dehors, en théorie du moins. Mais, si l'étape a été longue, si vous arrivez après le coucher du soleil, ne perdez pas courage, faites tinter un taël à l'oreille du portier: l'effet sera magique et les lourds vantaux, grinçant sur leurs gonds, vont s'ouvrir devant vous comme par enchantement.

Mais il n'y a pas sur cette terre bénie qu'à se défendre contre l'ennemi du dehors; il faut aussi se garder de l'ennemi du dedans, de l'humble voleur qui opère sans gloire, la nuit venue. A celui-ci, la vigilance des autorités rend la profession dure et périlleuse. Non content d'emprisonner les habitants toute la nuit, par sollicitude pour leurs biens et pour leur personne, le mandarin prescrit de fermer, vers neuf ou dix heures du soir, les portes intérieures qui isolent chaque quartier l'un de l'autre. Il est même des villes où les rues principales sont closes à chaque extrémité. Qu'un individu soit surpris en train de dérober, aussitôt le centenaire donne l'alarme et chacun de son mieux s'emploie à trouver le voleur.

La justice n'est pas tendre pour l'infortuné qui a la maladresse de tomber dans ses mains, surtout s'il ne sait pas la fléchir par un argument sans réplique. En pénétrant du Tonkin en Chine, l'un des premiers objets qui attira mon attention sur la route de Mongtsé fut un mât auquel était appendue, à deux mètres du sol, une corbeille en natte proprement tressée. J'eus la curiosité de me hisser jusqu'à elle pour en saisir le contenu. Ma main rencontra une masse froide et gluante dont je ne compris pas tout d'abord la nature. Poursuivant mes investigations, je dégageai une tête d'homme récemment

¹ Les notes qui ont servi à rédiger cet article ont été recueillies au Yunnan, province de la Chine méridionale.

coupée. C'était celle d'un détrousseur de caravane que l'on avait exécuté sur le lieu du crime, disait une inscription destinée à servir de salubre avertissement à ceux qui ne marchent point d'un pas ferme dans le sentier de la vertu.

Sitôt que le voyageur a franchi les murailles d'une cité chinoise, s'offre à ses yeux un labyrinthe de rues étroites, pavées de larges dalles inégales et glissantes. Les cuisines établies en plein vent répandent une odeur de friture qui se mélange au fumet de l'opium. Les étalages de boutiques étroites et profondes débordent jusqu'au milieu de la chaussée, si bien que dans les voies les plus larges, celles qui ont 4 à 6 mètres, à peine reste-t-il un passage de 1^m,50 pour la circulation. La foule, très dense dans les rues commerçantes, se coudoie sans laisser la moindre place libre. Elle est peu bruyante; cependant, de temps à autre, les cris ou les coups de clochettes des marchands ambulants, les avertissements brefs et impérieux des porteurs de chaise, les aboiements des chiens à demi-sauvages et très agressifs pour l'Européen, animent cette masse humaine peu expansive.

Chaque profession, chaque corps de métier, comme en Europe au bon vieux temps, occupe de préférence une rue ou même tout un quartier. Cependant, pour la commodité, les boutiques des pharmaciens et des changeurs sont disséminées un peu partout, et en grand nombre, car le Chinois, le prototype du matérialiste, ne désire rien tant que santé et richesse. Les marchands n'ouvrent leurs boutiques que fort avant dans la matinée, vers dix heures seulement.

Le réveil est pénible, car il faut caver l'opium, dont l'usage est universellement répandu.

I

Voilà le cadre dans lequel se meut la vie matérielle chinoise.

Celui-ci connu, on devine aisément ce que doit être l'hygiène publique et privée en un tel pays.

Dans une capitale comme Yunnan-Sen, où vivent 70 à 80.000 habitants, c'est à peine si quelques charrettes à bras circulent par la ville pour recevoir les immondices. En réalité, ce sont les chiens et les porcs qui sont chargés du service de la voirie. Et cependant, au milieu des détritiques de toutes sortes qui couvrent la boue noirâtre des rues, on ne voit traîner aucun chiffon de papier. L'écriture, en effet, est tenue en grande vénération par les Chinois; les caractères d'imprimerie sont en quelque sorte sacrés. Aussi a-t-on coutume de jeter les feuilles écrites, hors d'usage, dans des corbeilles accrochées aux façades des maisons. A certaines

époques déterminées, ces corbeilles sont apportées à la pagode, où leur contenu est brûlé dans de petits fours crémateurs spécialement destinés à cet acte religieux.

Dans cette même capitale, il n'existe pas de canalisation pour l'eau, qu'on soutire de puits vaseux.

Il n'y a pas non plus d'égouts, car on ne peut donner ce nom à d'étroits caniveaux toujours engorgés, toujours débordants d'une boue fétide, qui s'épand au dehors par les fissures des dalles de recouvrement à demi-brisées. Aussi, qu'une pluie d'orage s'abatte sur la ville, et sur-le-champ la rue est transformée en un véritable ruisseau charriant des ordures et des charognes.

La vidange se fait en plein jour, au moyen de seaux de bois non couverts. Des industriels ont établi à leurs frais, sur les voies les plus fréquentées, des communs gratuits. C'est là, paraît-il, une entreprise d'un excellent rapport; car le paysan chinois prise beaucoup l'engrais humain avec lequel il fume ses champs.

Le feu se propage avec une extrême rapidité dans les villes chinoises, car les maisons sont en majeure partie construites en bois. De grandes cuves en pierre, destinées à recueillir les eaux de pluie, sont disposées de distance en distance dans les quartiers populeux. Voilà tout ce que la prévoyance administrative oppose au fléau.

Les habitants vont y puiser eux-mêmes en cas d'incendie, car il n'y a pas de corps de pompiers. Trop souvent ces citernes sont à sec, et d'ailleurs elles sont dépourvues de tous les engins qui permettraient d'en extraire l'eau avec promptitude.

Les cimetières, en Chine, sont toujours situés hors ville, non par mesure d'hygiène, mais parce que les ombres se plaisent loin des bruits terrestres et parce que les vivants redoutent les maléfices des trépassés. Les tombes sont disséminées, soit dans un champ familial, qui, par cela même, devient sacré et inaliénable, soit dans des terrains vagues et incultes ou sur les flancs des montagnes. Les sépultures ne sont donc pas groupées dans un enclos; elles sont jetées aux quatre points cardinaux, suivant les indications du géomancien. Si le défunt n'est pas enterré suivant les règles, il se venge sur sa postérité; de là des exhumations successives, où l'hygiène ne trouve pas son compte, jusqu'à ce que l'on ait enfin découvert l'orientation convenable. A proximité des villes, il n'est pas rare de voir des bières posées simplement sur le sol; elles séjournent là des mois entiers au grand détriment de l'hygiène, jusqu'à ce que le sorcier ait prononcé son arrêt.

L'Assistance publique, comme bien on pense, est des plus rudimentaires en Chine. Cependant, cha-

que province prélève sur le produit de l'impôt une certaine somme pour entretenir des hospices. Celui de Yunnan-Sen est situé à l'extrémité du faubourg Sud et par conséquent hors des murs. Il se compose d'une série de constructions n'ayant qu'un étage; au centre, trois corps de logis disposés en profondeur; de part et d'autre de ceux-ci, cinq longs bâtiments qui encadrent les premiers. Ceux-ci reçoivent les malades qui vivent en salle commune. Les seconds sont divisés chacun en une vingtaine d'étroits compartiments éclairés par une baie grillée. Chaque cellule devrait contenir au plus deux ou trois personnes, mais souvent la famille tout entière de l'hospitalisé s'y entasse. La sordidité de ces taudis obscurs, toujours remplis d'une fumée aveuglante, est incroyable. Chacun fait sa cuisine chez soi, chacun se meuble à sa guise, et, comme tout Chinois tient à s'assurer le confortable en l'autre monde, le premier soin de l'occupant est de se procurer, s'il le peut, un cercueil, objet de convoitise pour ses voisins moins fortunés que lui.

La population de l'hospice de Yunnan-Sen est officiellement de 800 malades, et ce chiffre ne me paraît pas exagéré, car aucune cellule n'est vide. Sur ce nombre, la moitié environ sont des aveugles, victimes de la variole, mais plus souvent encore de cette ophtalmie, de cause inconnue, si fréquente au Yunnan et en Indo-Chine. Des vieillards infirmes, des éclopés, quelques lépreux, quelques paralytiques, bref tout le déchet humain d'une grande cité, se trouvent réunis dans cette cour des Miracles.

Aucun médecin, aucun être charitable, ne visite ce refuge, dont les pensionnaires sont privés de tous soins médicaux. Un gardien, sous les ordres d'un mandarin, est chargé de surveiller cette agglomération assez turbulente, et de présider à la distribution des vivres qui sont apprêtés par les malades eux-mêmes. A jours fixes, des portions entières et des demi-portions sont délivrées à des malades indigents qui logent hors de l'hospice.

L'infanticide, dans certaines provinces de Chine, est élevé à la hauteur d'une institution. Les moralistes chinois ont essayé, mais en vain, d'abolir cette barbare coutume, qui, en certaines régions, voue à la mort la plupart des filles. Depuis les temps les plus reculés, dès le VI^e et même le XI^e siècle avant l'ère chrétienne, le Gouvernement impérial entretient des « Temples de nouveaux », où des nourrices, payées par l'Etat, allaitent les enfants trouvés.

Malheureusement, ces établissements d'assistance rendent peu de services, et l'on estime qu'à Pékin les trois quarts des enfants secourus succombent faute de soins. Au Yunnan, les habitants n'abandonnent pas leurs enfants; aussi n'y a-t-il

pas dans cette province de *Io in tang* (Hospices d'enfants trouvés)¹.

Voilà pour l'hygiène publique. L'hygiène privée du Chinois n'est pas meilleure. Pour savoir comment il la comprend, pénétrons à l'auberge, le seul lieu où l'Européen puisse à loisir observer le Jaune².

Une voûte large et basse, sous laquelle s'engagent les mulets et les chaises, conduit dans une cour intérieure toujours très encombrée. On y voit des fourneaux en plein air, où chacun fait sa cuisine, un puits dont on extrait une eau chargée d'argile, de vastes cuves où tous les gens de l'auberge, voyageurs, porteurs ou muletiers, puisent avec de grandes cuillères de bois. A l'arrivée d'une caravane, c'est un brouhaha indescriptible. Ça et là les bâts et les charges sont posés au hasard sur le sol, et au milieu de tout ce désordre circulent des muletiers qui jurent, des bêtes qui ruent et des porcs qui grognent. Enfin, le calme renaît et les pauvres bêtes au dos tout meurtri (car le mafou yunnanais ignore le tapis de selle et de bât) vont d'elles-mêmes aux râteliers et aux mangoires qui, de chaque côté de la cour, alternent avec des réduits où couchent les muletiers. Les écuries ne sont pas closes; elles sont seulement protégées contre la pluie par l'étage qui les surplombe, de sorte que le voyageur européen, dont l'odorat est plus susceptible que celui du jaune, est fort incommodé par les senteurs animales qui remplissent toute l'auberge. Le fond de la cour est souvent occupé par une ou plusieurs pièces réservées aux mandarins de passage ou aux étrangers de marque. Au-dessus de cet appartement et des écuries règne un étage en bois, toujours peu élevé et rarement plafonné. Il est divisé en plusieurs dortoirs, ayant pour tout mobilier des lits de camp sur lesquels trois à six personnes dorment côte à côte, dans une atmosphère alourdie par les fumées de l'opium.

Entre la planche du lit de camp et la natte est interposé un paillason assez épais, roulé en traversin au niveau du chef, de sorte que cette couche, sans être moelleuse, serait acceptable pour l'Européen, si toute la vermine de la création ne s'y donnait pas rendez-vous. L'auberge cesse d'être bruyante vers onze heures du soir, mais le remue-ménage recommence dès cinq heures du matin. Vous vous disposez donc à profiter de ce court

¹ Je tiens ces renseignements de deux missionnaires, le P. Le Guilcher (de Talifu) et le P. Pitou (de Tapinsé).

² Il y a deux classes d'auberges: 1^o le *Ma Tien* (litt. auberge de chevaux), où les muletiers sont logés et nourris pour 50 sapèques par jour; la pension des bêtes de somme est de 100 sapèques, soit le double de celle des hommes; 2^o le *Tien tsé*, où descendent les mandarins, et les gens de condition aisée. Le prix est de 80 sapèques par natte, nourriture comprise.

répit pour dormir. Mais à peine avez-vous fermé les paupières, bercé par le bruit de mâchoires monotone et régulier des bêtes, que vous êtes réveillé en sursaut. C'est un Chinois excédé par les piqûres des moustiques ou des poux qui se lève en maugréant pour secouer sa natte dans la cour, ou bien c'est quelque galeux qui s'étrille fébrilement le cuir jusqu'à ce qu'il succombe au sommeil. Vous percevez très nettement toutes les phases de ces petits drames intimes, à travers les minces cloisons qui séparent les pièces adjacentes; aussi le voyageur novice passe-t-il bien des nuits blanches!

Dans la plupart des auberges, il n'y a pas de communs: c'est la porcherie qui en tient lieu. Quand ils existent, ils sont réduits à leur plus simple expression: c'est une rigole creusée le long d'un mur, au-dessus de laquelle une demi-douzaine de Chinois s'accroupissent de compagnie, car il ne leur répugne nullement de satisfaire leurs besoins naturels aux yeux de tous; ou bien c'est une fosse recouverte d'une simple claire-voie de bambou percée d'orifices de distance en distance; ou bien encore une excavation béante que franchit une planchette mal assujettie sur laquelle un jaune seul est capable de se tenir en équilibre.

La demeure du mandarin ne vaut guère mieux que l'auberge au point de vue de l'hygiène. Sans doute, elle est de plus belle apparence, mais elle n'est ni plus confortable, ni plus saine. La maison chinoise, par ses dispositions principales, rappelle l'habitation gréco-romaine. Tous les appartements prennent jour sur une cour intérieure encadrée d'un portique. Les pièces d'apparat, toujours situées au rez-de-chaussée, ne sont fermées que par des vantaux de bois, au nombre de six à huit, qu'on ouvre les jours de réception pour que le public, massé dans la cour, puisse assister à l'audience comme à un spectacle. Bien différentes sont les pièces réservées à l'habitation privée. Petites, à demi-obscurées, elles ne prennent jour que par une étroite fenêtre, dont le panneau à claire-voie peut être fixe ou s'ouvrir à la façon d'une tabatière.

Jamais le soleil ne visite ces chambres, qui ne sont pas élevées sur cave; aussi sont-elles très humides. Les couchettes sont disposées sur des estrades en bois, exhaussées de 20 à 30 centimètres seulement au-dessus de la terre battue. La literie est des plus sommaires. Le Yunnanais dort tout habillé, à peine défendu contre la fraîcheur des nuits par une couverture ou un couvre-pied doublé d'ouate. La maison chinoise est si mal close que le confinement de l'air n'est pas à craindre. Bien au contraire, par les portes mal jointes, par les claires-voies recouvertes d'une mince feuille de papier de riz presque toujours en lambeaux, l'air

se renouvelle sans cesse et souvent même avec excès. L'hiver, la température est assez fraîche, surtout la nuit, et, comme les maisons sont dépourvues de tout appareil de chauffage, les bronchites *a frigore* sont fréquentes.

II

Le Chinois, même celui de la plus basse condition, prend un certain soin de sa personne. Dès l'arrivée à l'étape, le muletier et le porteur de chaise réclament de l'eau chaude. Le cuir du jaune résiste à des températures que la peau du blanc ne saurait supporter. Aussi le Chinois fait-il usage d'eau presque bouillante, ce qui a le double avantage de dissiper la fatigue et de mieux débarrasser le tégument de la graisse et des débris épidermiques.

Les pieds, toujours souillés et meurtris, car ils ne sont protégés que par des sandales en paillasson, sont l'objet de soins particuliers; les bras et les jambes sont lavés à grande eau, et souvent même une ablution générale termine cette toilette du soir.

Le matin, au réveil, le Chinois se passe un linge humide sur le visage, il se rince la bouche, se frictionne les dents avec un chiffon, et se lave les narines.

Malgré ce souci de la propreté corporelle, fort répandu, même parmi les coolies, la phthiriasis et la gale sont, en Chine, d'une extrême fréquence. Cela tient à deux causes: la première, c'est que le Chinois n'a pas de linge de corps; la seconde, c'est qu'il ne peut nettoyer ses vêtements sordides, faute de savon¹.

Une fois par semaine, le Chinois se fait raser le pourtour de la tête. L'opération se fait sans douleur, grâce à l'adresse du barbier, qui n'a pourtant à son service qu'une lame grossière et mal affilée. Les cheveux qui partent du vertex sont seuls réservés; ils sont enduits de cosmétique et lissés avec un gros peigne de bois, puis ils sont tressés en une natte mince et longue qui donne aux races si diverses du Céleste Empire un air de famille.

Cela fait, le barbier retire avec dextérité, au moyen de petites curettes, le cérumen et les débris épithéliaux qui encombrant le conduit auditif. Souvent aussi, il inspecte les culs-de-sac conjonctivaux en y promenant une pointe mousse pour en extraire, au besoin, les grains de poussière et les mouches. Ces instruments ne sont jamais aseptisés;

¹ Le savon de provenance européenne, même de la qualité la plus inférieure, ne peut pénétrer au Yunnan, car son prix de revient est trop élevé pour que le Chinois (dont la dépense quotidienne n'excède pas la valeur de quelques sous) puisse se le procurer.

aussi cette pratique me paraît-elle très propre à propager les ophtalmies, dont j'ai déjà signalé l'extraordinaire fréquence. Un massage plus ou moins prolongé clôt dignement la séance.

Les hommes du peuple sont presque tous habillés de grosse toile bleue, semblable à celle que portent nos ouvriers parisiens. Leur vêtement se réduit à une sorte de camisole dont les manches sont flottantes, et à un pantalon très ample, maintenu par une ceinture. Le couvre-chef varie suivant la saison : c'est la petite toque noire, toujours luisante et grasse, autour de laquelle on enroule un turban bleu ou noir, ou bien c'est le vaste chapeau pointu que la caricature a vulgarisé en Occident. Les gens de condition aisée portent une longue robe de soie fendue sur les côtés et serrée au niveau de la taille ; par les temps froids, à ce costume léger ils ajoutent un grand gilet ouaté ou doublé de fourrure ; des chaussettes blanches, sur lesquelles le bas du pantalon est assujéti à l'aide d'un lien, des pantoufles de soie ou de velours noir, dont l'épaisse semelle de feutre n'a pas de talon, complètent l'accoutrement du bourgeois yunnanais.

Le costume féminin ne diffère pas sensiblement de celui de l'homme. La Chinoise ne porte pas de jupe, et son pantalon serré aux chevilles apparaît au-dessous d'un grand surtout qui descend jusqu'à mi-jambe. Ce qui la distingue de l'autre sexe, c'est sa chevelure, qu'elle garde entière et qu'elle réunit en chignon, et surtout la petitesse de ses pieds, suite d'une longue et patiente mutilation. On ignore quelle est la raison d'être de cette coutume barbare dont l'origine remonte à une très haute antiquité.

Toute mère, soucieuse de l'avenir de sa fille, préside elle-même à cette torture ou, tout au moins, en surveille l'exécution. A peine l'enfant a-t-elle trois ans qu'on s'applique, à l'aide de bandages compressifs, à enrouler les quatre derniers orteils autour du premier. A la longue, leur déviation parvient à être telle que leur pulpe s'imprime dans la plante du pied, tandis que leur face dorsale regarde le sol.

Diminuer le diamètre transversal n'est pas tout ; il faut aussi s'opposer à son allongement. Pour ce faire, on s'efforce de le tasser. Lentement, par l'effet d'une compression savamment graduée, au prix de souffrances chaque jour renaissantes, les os du tarse glissent les uns sur les autres, la voûte plantaire s'excave et devient aiguë, tandis que la cambrure du cou-de-pied s'exagère. Quand l'œuvre contre nature est parachevée, un sillon profond barre la voûte plantaire et sépare l'avant-pied, sorte d'appendice informe, de la masse talonnière qui

semble épaisse et massive parce qu'elle a gardé ses dimensions normales¹.

Quand les procédés de douceur n'atteignent pas le but, la mère a recours à la violence. Fixant d'une main le talon de l'enfant sur son genou, de l'autre elle saisit l'avant-pied qu'elle tord sur son axe jusqu'à ce qu'elle obtienne l'élongation ou la rupture des ligaments de l'articulation médio-tarsienne.

Le résultat désiré obtenu, il faut le maintenir. Comme le pied laissé en liberté tendrait à reprendre son développement interrompu, la Chinoise, toute sa vie durant, doit porter un bandage contentif qui se natte en spica au devant du cou-de-pied. Bandage et moignon sont contenus dans une petite chaussure découverte très effilée, dont la longueur, chez les élégantes, n'excède pas 13 à 15 centimètres.

La paysanne elle-même ne renoncerait pas volontiers à cette coutume illogique. Obligée de vaquer aux rudes travaux des champs, elle préfère souffrir pour conserver la petitesse de son pied, dont elle est très vaine, et traite avec mépris les robustes montagnardes qui laissent croître leurs extrémités au naturel.

Les effets de cette mutilation sont beaucoup plus étendus qu'on ne saurait l'imaginer. Toute l'architecture du corps humain en subit le contre-coup. La Chinoise n'a pas de mollet, car les masses musculaires qui actionnent l'articulation médio-tarsienne sont atrophiées ou, pour parler plus exactement, ne se sont jamais développées.

Les os de la jambe n'atteignent pas leur longueur normale ; peut-être même sont-ils plus grêles, s'il est vrai, comme on l'a dit, qu'ils se fracturent facilement. C'est une règle, en effet, maintes fois vérifiée, qu'une affection ostéo-articulaire, surprenant l'organisme en voie de développement, ralentisse la croissance du segment osseux immédiatement sus-jacent au siège de la lésion. Cette brièveté des jambes est fort disgracieuse. La taille est située trop bas, le torse est comparativement trop fort, et les bras sont trop longs. Aux jambes étiques succèdent des cuisses bien fournies, comme on peut le constater sur les repiqueuses de riz dont le pantalon est retroussé jusqu'au pli de l'aîne.

Avec ses membres convertis en pilons, la Chinoise marche de la cuisse, sans fléchir le genou

¹ Depuis la rédaction de ce travail, M. Duval a publié dans le journal *La Nature* des radiographies très démonstratives. Sur celles-ci, on constate que les métatarsiens et les phalanges des orteils sont réduits au tiers de leur volume normal et que l'extrémité postérieure du calcaneum est très abaissée, de sorte que cet os fait un angle droit avec le reste du pied. Ainsi s'explique l'encoche qui coupe la voûte plantaire. — M. Matignon a donné de fort bonnes figures du pied de la Chinoise dans *la Nature* (1897, 2^e semestre, p. 315) et dans *Superstition, Crime et Misère en Chine* (Paris, Masson, 1899).

d'une façon appréciable. Talonnant à petits pas, les reins cambrés, la poitrine en avant, elle progresse avec lenteur et trébuché au moindre obstacle. Pour assurer ses pas chancelants, elle élargit d'instinct sa base de sustentation et elle écarte les bras du corps en manière de balancier. Quand elle s'arrête, elle oscille et s'accote aux murs pour éviter les chutes... Voilà en quel piteux état la tyrannie de la coutume a réduit la femme chinoise!

Heureusement, les Célestes n'ont point eu d'imitateurs. Les autochtones, qui forment encore en plein Empire des îlots importants, les Annamites, les Taïs, les Birmans et les Japonais qui se réclament de la civilisation chinoise, enfin les conquérants mandchous qui ont adopté les mœurs des vaincus, ne mutilent pas le pied de leurs femmes.

On a beaucoup disserté sur la cause qui a pu pousser le Chinois à en user ainsi avec sa compagne. La plupart des explications qu'on a fournies de cette aberration ne méritent pas d'être reproduites. On a dit avec une certaine vraisemblance que l'homme, mû par un sentiment d'égoïsme jaloux, avait pensé retenir son épouse au foyer conjugal en lui infligeant cette torture. C'est bien mal connaître la mentalité du jaune, qui, loin d'imposer la clôture à sa femme comme fait le musulman, la laisser circuler librement, du moins dans la basse classe.

Ce qui me paraît évident, c'est que la mutilation du pied fait partie du groupe des déformations ethniques auxquelles nulle race n'échappe complètement. Le besoin de faire violence à la nature peut s'exprimer de diverses manières : altérer la forme du pied en est une, aplatiser le crâne des enfants, comme le font les Aymaras du Pérou, en est une autre. Le Chinois a le goût inné du monstrueux et de l'excessif. Il recherche les nains difformes et en crée au besoin. L'idéal du jardinier chinois est d'obtenir par divers procédés des arbres minuscules et contrefaits. Cette perversion du sentiment esthétique a bien pu faire germer dans le cerveau du Chinois l'idée de contrarier le développement normal du pied. La mutilation une fois réalisée, un autre facteur est intervenu, sans doute, pour l'acclimater et la perpétuer malgré son illogisme : c'est une déviation du sens génésique.

En effet, la vue du pied et même du soulier de la Chinoise serait (au dire de gens bien informés) un grand incitateur de volupté pour le jaune. Aussi la femme honnête ne consentirait jamais à découvrir cette partie de son corps. A ses yeux, cet acte, impudique au premier chef, équivaut presque à l'adultère et mérite répudiation¹.

¹ Cette description du pied de la Chinoise est la reproduction d'une Note qui vient de paraître dans la *Chronique Médicale* du D^r CABANÈS.

III

Dire que le Chinois est tempérant est presque une banalité. La viande n'apparaît guère sur la table du travailleur qu'à de rares intervalles. Dans le contrat que je passai avec mes muletiers et porteurs de chaise, je m'engageai, suivant la coutume, à fournir à chacun, une fois par semaine, une livre chinoise de lard ou de porc frais (600 grammes environ). Les autres jours, ces hommes vivaient à peu près exclusivement de riz, dont ils absorbaient, en deux fois, dix à douze bols par jour.

Pour compléter leur menu, ils ajoutaient quelques pâtes frites, quelques choux et autres légumes verts, des bananes, des pêches, des poires, des noix, car les arbres fruitiers d'Europe croissent sous le beau climat d'altitude du Yunnan, qui est situé sur les confins de la zone tempérée. Pour les habitants de cette partie de la Chine, le lait est une sorte d'excrément; ils n'en boivent donc pas; ils ont le même dégoût pour ses dérivés, le beurre et le fromage. Toutefois, dans les villages où l'élément musulman prédomine, ce qu'on reconnaît au premier coup d'œil, car on n'y voit pas vaguer le porc, l'animal immonde proscrit par Mahomet, le lait est d'un usage courant.

Malgré ce régime, peu substantiel d'après les idées reçues, ces porteurs lourdement chargés fournissent, sauf le jour du repos hebdomadaire, une étape quotidienne de sept à neuf heures, au milieu de marécages et de fondrières. Le paysan se nourrit essentiellement de riz, ou à son défaut de maïs et de fèves; il ne mange guère de viande que les jours où il offre un repas funéraire en l'honneur des Ancêtres; et cependant il est vigoureux et très endurant. Ce qui le prouve, c'est qu'il arrive, par un labeur obstiné, à faire produire au même champ deux récoltes annuelles. Le riz est donc plus nourrissant que le foin des prairies, contrairement à l'assertion de Boussaingault, et la Chimie biologique a fort à faire avant d'avoir élucidé le problème de la nutrition. Du reste, si l'homme du peuple se soumet à un régime aussi strict, c'est par nécessité plutôt que par vertu. Le Chinois dans l'aisance fait bonne chère. Il absorbe chaque jour une quantité notable de viande, en particulier du porc et de la volaille; il se gorge de sucreries et de mets épicés. Comme il est sédentaire, il se laisse empâter par la graisse; loin de combattre cet embonpoint, il le recherche, car l'obésité lui donne un cachet d'aristocratie qui le distingue du plébéien dont les muscles saillent sous la peau. Comme l'homme prête à la divinité ce qu'il désire pour lui-même, le Chinois a traduit d'une manière concrète son idéal de bien-être par le poussaï souriant et bedonnant dans sa graisse.

L'énorme quantité de riz qui est la base de l'alimentation des porteurs et muletiers est ingérée en deux fois, le matin au lever et le soir vers cinq heures, en arrivant à l'étape. Ordinairement le Chinois mange en silence et avec lenteur, comme il convient à un végétarien qui doit broyer et insaliver une grosse masse de substance alimentaire.

Jamais il ne boit pendant le repas; mais, celui-ci terminé, il absorbe plusieurs bols de thé léger, qu'il remplace au besoin par une infusion chaude quelconque. L'eau presque bouillante est donc la boisson favorite du jaune. En cours de route, dans les relais échelonnés le long de l'étape, il ne prend que du thé, et cela en toutes saisons, car il sait par expérience qu'aucune autre boisson ne désaltère aussi bien. Pour que le dernier des coolies se résigne à boire de l'eau froide, il faut qu'il y soit contraint par la nécessité¹. L'Européen voyageant en ces régions devrait suivre l'exemple de l'indigène. L'usage du thé est doublement utile: d'abord c'est un stimulant qui remplace avec avantage les boissons alcooliques, si nuisibles sous les tropiques; c'est, en outre, un moyen très simple de purifier l'eau, toujours suspecte et souvent franchement mauvaise, et par conséquent d'éviter les affections intestinales.

On conçoit sans peine combien multiples sont les causes d'adulération de l'eau potable dans ce pays, où il n'y a ni égouts ni latrines. Au fond des puits, qui ne sont pas maçonnés, se collectent toutes les souillures du voisinage. Le liquide fétide qu'on en tire est surchargé de limon. Il ne se clarifie que si on le défèque, en l'agitant avec un bambou perforé contenant quelques morceaux d'alun. A la surface des grandes cuves qui servent à la fois à l'usage des hommes et des bêtes, dans la cour des auberges, flottent des débris de légumes et des détritres de toutes sortes: si, comme je l'ai fait plusieurs fois, on remue la vase du fond, on voit s'élever des tourbillons de boue et de grosses bulles d'où s'échappent des gaz putrides. Toutes les mains sales plongent dans cette eau; or, le Chinois se mouche avec ses doigts et ignore absolument l'usage de la serviette indispensable. L'eau courante, elle aussi, doit être tenue en défiance². C'est donc un grand bienfait pour le Chinois que l'eau non bouillie soit pour ainsi dire exclue de son alimentation.

¹ Sur la route mandarine qui longe le littoral de l'Annam, un bol de thé coûte une sapèque; or celle-ci n'est que la six centième partie d'une piastre, dont la valeur, en 1900, était de 2 fr. 50.

² Le Chinois établi en Annam a l'habitude de s'accroupir dans les rivières pour satisfaire ses besoins, et peu lui importe que l'emplacement choisi soit situé en amont ou en aval du village.

Comme le débit de thé tient en Chine et dans tout l'Extrême-Orient la place que le cabaret occupe en Occident, l'alcoolisme y fait peu de victimes.

Au cours du long voyage que je fis au Yunnan, vivant dans les auberges, au milieu des Chinois de la basse classe, je n'ai constaté qu'un seul cas d'ivresse manifeste. Cela ne veut pas dire que le Chinois n'ait pas, comme tous les autres hommes, un penchant pour l'alcool. Beaucoup de porteurs, après le déjeuner du matin, avalent un petit bol d'eau-de-vie de riz, breuvage détestable qui offense le palais, mais dont la teneur en alcool est faible. Certaines gastrites, accompagnées de cauchemars zoopsiques, me paraissent relever à coup sûr d'une intoxication alcoolique. Le médecin Yu, de Talifu, estime que l'abus d'eau-de-vie est extrêmement répandu dans cette région et parmi toutes les classes de la société. Il me décrit assez bien le tremblement des buveurs, qu'il rapportait d'ailleurs à sa vraie cause. En outre, il me fit le tableau d'une affection abdominale dans laquelle il était facile de reconnaître la cirrhose de Laënnec.

Mais, je le répète, ce sont là des exceptions, et l'alcoolisme ne s'est implanté en Chine que sur le littoral, où l'Européen tend à introduire ses habitudes d'intempérance parmi les coolies. L'alcool n'est donc pas pour le Jaune, du moins quant à présent, un facteur de dégénérescence de l'individu et de la race; ce n'est pas non plus un élément de ruine pour la famille et pour la société, car la dépense journalière, même pour ceux qui s'adonnent à cette habitude, est presque insignifiante.

En Chine, la première place revient certainement à l'opium. Ce poison est le fléau de l'Extrême-Orient. Au point de vue social, il fait peut-être autant de ravages que l'alcool en Occident. A sa suite, les revers, puis la ruine et le déshonneur s'installent trop souvent au foyer domestique. Depuis le Vice-Roi jusqu'au plus humble des muletiers, tous les hommes fument la maudite drogue. Les jeunes gens suivent l'exemple de leurs aînés dès qu'ils sont en âge de se payer le précieux poison. Les femmes, quand elles le peuvent, ne se refusent pas l'ivresse de l'opium. Le prêtre lui-même, après l'office du soir, étale sa natte au pied de l'autel, et « tire sur le bambou ».

Le mandarin, qui ne pourrait s'adonner en public à son vice préféré sans « perdre la face », fume en secret, à domicile. Quant à ceux qui n'ont aucun souci du décorum, ils fument ouvertement, où bon leur semble, à l'auberge par exemple. Beaucoup se rendent dans des fumeries d'opium. Il y en a pour toutes les bourses: des bouges, où grouille l'écume des villes; d'élégantes, établies dans de luxueux Yamens, retraites paisibles, dont les salles de

repos s'ouvrent sur une cour intérieure alimentée en eau vive.

Entre le cabaret, rempli de clameurs et de querelles qui dégèrent en rixes, et la fumerie d'opium, où règne un silence de mort, quel contraste frappant! Tandis, en effet, que l'alcoolique discute et gesticule, l'opiomane, captivé par les hallucinations agréables qui se déroulent dans son cerveau, répugne à l'action. L'ivresse de l'opium n'est pas bruyante : elle est plus décente que celle de l'alcool, si j'ose dire, mais elle ne vaut guère mieux. Lentement, mais sûrement, le poison affaiblit, puis anihile la volonté, et l'être dégradé, devenu étranger à tout ce qui n'est pas sa passion, est un esclave incapable de se réhabiliter. Quand une étape se prolonge plus que de coutume, les muletiers et les porteurs de chaise deviennent anxieux. Talonnés par le besoin, assoiffés d'opium, dès l'arrivée à l'auberge, sans prendre aucune nourriture, ils se jettent sur une natte et fument avec avidité....

La quantité de tabac consommée par le Yunnanais est minime. Comme l'Annamite, il ne fait guère usage que de la pipe à eau. Celle-ci, dans sa forme la plus simple et la plus commune, se réduit à un internœud de bambou à demi rempli d'eau, sur lequel s'insère un minuscule foyer dont le contenu est consommé après trois ou quatre aspirations. Bien que cette pipe soit à la disposition de tous dans les auberges et les débits de thé, l'intoxication tabagique paraît inconnue au Yunnan. Du reste, la fumée, en passant dans l'eau du récipient, s'y débarrasse en grande partie de sa nicotine.

IV

La race chinoise est très prolifique, comme on le sait. Dès qu'elle est nubile, la jeune fille est pourvue; le jeune homme songe à s'établir vers l'âge de seize à dix-huit ans. L'union de ces jeunes époux est féconde, car, au printemps de la vie, le calcul n'intervient pas pour limiter le nombre des enfants. D'ailleurs, les conceptions religieuses, aussi bien que les conditions économiques de la Chine, inclinent l'homme à la constitution de grandes familles.

Pour que l'âme du défunt vive en paix, le culte des Ancêtres exige que certaines cérémonies rituelles soient exécutées par un de ses descendants mâles; c'est pourquoi le premier soin du chef de famille est d'avoir un fils, qui, le cas échéant, accomplira les rites funéraires nécessaires au repos de son âme, et, pour plus de sûreté, il procréera d'autres fils, destinés à remplacer, au besoin, l'ainé dans cette fonction sacerdotale¹.

Imbu de cette croyance, le Chinois ne peut se faire à l'idée de mourir sans postérité. Si l'épouse légitime est stérile, elle choisit pour la suppléer, en ce qui concerne la fonction génératrice, une femme d'humble, mais d'honnête extraction, qui a pour unique rôle de continuer la descendance. Cette femme n'est pas élevée au rang d'épouse; elle est la servante de la femme légitime, qui est considérée, au point de vue civil, comme la mère de tous les enfants.

D'autre part, dans un pays essentiellement agricole, qui vit encore sous le régime patriarcal, la famille nombreuse est une richesse et non pas une charge. Plus il y a de bras pour cultiver le champ familial, plus il rapporte. Mais, si la naissance d'un garçon est toujours accueillie avec joie, celle des filles, dont le rendement économique est moindre et l'établissement souvent difficile, est beaucoup moins goûtée. Aussi, dans quelques provinces, beaucoup d'entre elles sont vouées à la mort; mais cette coutume barbare de l'infanticide reste cantonnée dans des limites territoriales assez étroites. Quant à l'avortement, il n'est guère provoqué que pour cacher la faute d'une fille séduite; il n'apporte donc aucune entrave à l'accroissement de la population¹.

Quel que soit son rang, la Chinoise allaite elle-même son enfant. C'est une excellente nourrice; à cela rien d'étonnant. La femme du peuple, qui vaque aux soins du ménage ou travaille dans la rizière, ne dépasse pas la limite de ses forces comme le fait l'ouvrière d'Occident, qui peine et s'anémie dans un atelier. La Chinoise de haute condition, dont la vie, exclusivement végétative, se poursuit dans une longue enfance, demeure à l'abri des excitations, des émotions et des fatigues de la vie mondaine. Aucune préoccupation du dehors ne vient la distraire du devoir maternel.

La mère donne le sein à son nourrisson pendant un temps illimité; j'ai vu des enfants de trois ou quatre ans qui tétaient encore. L'allaitement est pur pendant les six premiers mois au moins, et plus souvent pendant une année toute entière; puis le

devoir de la piété filiale. Le négliger est commettre un exécrable forfait.

¹ La prostitution, sous la forme qu'elle revêt en Occident, c'est-à-dire la maison close et le racolage clandestin, est relativement peu répandue, car la loi chinoise tolère l'admission de concubines sous le toit conjugal. Cette remarque s'applique spécialement à la province du Yunnan, où les mœurs sont encore telles qu'elles étaient autrefois, et ne doit pas être étendue à toute la Chine et surtout au littoral, dont les bateaux de fleurs sont renommés. Le jaune n'admet pas qu'une femme de sa race, alors même qu'elle est étrangère à sa famille, s'unisse avec un blanc; c'est comme une injure faite à la nation entière. Si l'on y regarde de près, ce préjugé est la cause de bien des soulèvements contre les Européens.

¹ La rigoureuse observance de ce culte est le premier

jeune enfant reçoit, outre le lait maternel, un peu de riz préalablement mastiqué et insalivé par sa mère, et quelquefois même un peu de jus de viande.

Peut-être l'absence d'allaitement artificiel, de sevrage brusque et précoce, explique-t-elle pourquoi le rachitisme est inconnu au Yunnan⁴.

Quoique le sein maternel ne soit pour ainsi dire jamais refusé au nourrisson², la mortalité infantile atteint au Yunnan un taux très élevé. Cet énorme déchet doit être attribué, pour une large part, aux soins peu éclairés de la mère et aux affections gastro-intestinales qui en sont la conséquence. En outre, la variole fait d'innombrables victimes parmi les enfants du premier âge. La pratique de la variolisation accroît encore le champ d'action du fléau, car l'inoculation variolique donne lieu à des cas généralement bénins qui, n'immobilisant pas le sujet, aident à la dissémination du contagion. Ces causes, et plusieurs autres telles que l'exiguïté de la surface cultivable, contrarient au Yunnan l'accroissement de la population. Je dirai même plus : les vides que les massacres, la répression sans merci et la peste creusèrent dans la population de cette province, au cours et à la suite de la rébellion musulmane (1857-1873), ne sont pas encore comblés, malgré une longue période de paix³.

V

Cependant le Yunnan, dont le climat est subtropical, ne peut être considéré comme malsain. On y vit vieux, et certains missionnaires y résident depuis trente et même cinquante ans sans être jamais rentrés en France. Voilà qui contraste singulièrement avec la malignité du climat para-équatorial, celui de la Birmanie, par exemple, où la survie d'un missionnaire, en moyenne, n'excède pas huit ans⁴.

¹ Cette remarque peut être étendue à toute la péninsule Indo-Chinoise. Bien que mon attention fût attirée sur cette question, et que l'inspection du squelette soit facile sur les Annamites, les Cambodgiens, les Siamois, les Laotiens et les Birmans, qui laissent courir leurs enfants complètement nus jusqu'à l'âge de cinq ou six ans, il ne m'a pas été donné d'observer un seul cas de rachitisme au cours de mon voyage.

² Pour avoir les bras libres, la femme du peuple qui se rend au travail porte son enfant à califourchon sur les reins. Le siège du bambin, dont les jambes sont par conséquent très écartées, repose sur un carré de toile grossière, aux angles duquel sont cousues des bretelles qui s'entre-croisent au-devant de la poitrine de la mère. L'enfant Hindou et Annamite est porté à cheval sur la hanche.

³ Le long des routes les plus fréquentées, on voit encore aujourd'hui beaucoup de villages et même des villes dont les ruines ne seront jamais relevées. Evaluer à 12.000.000 (31 habitants par kilomètre carré) la population de Yunnan, comme le font MM. E. et O. Reclus, me paraît exagéré. Je serais porté à donner le chiffre de 7 à 8.000.000 comme beaucoup plus probable.

⁴ L'établissement d'un sanatorium au Yunnan rendrait

Après la variole, qui tient la première place dans la pathologie du Yunnan, la maladie la plus commune est le paludisme, dont la recrudescence coïncide avec la saison de l'hivernage¹.

Peut-être groupe-t-on sous ce vocable de paludisme des maladies épidémiques de natures différentes. Le *Hân pin* ou *Hân K'i*, que les missionnaires considèrent à tort comme la fièvre typhoïde, est une fièvre rémittente à type tierce, qui s'accompagne de constipation ou de selles sanguinolentes, et se termine par la guérison ou par la mort après la troisième recrudescence. Le *Tchéang k'i*, fièvre très tenace précédée d'un frisson, persiste quatre à cinq semaines et même plus, sans autre signe marquant que de l'inappétence. La quinine n'a aucune action sur cette maladie, qui est souvent mortelle. En cas de survie, le retour à la santé parfaite exige plusieurs mois².

L'usage des boissons chaudes ne corrige qu'imparfaitement l'impureté des eaux potables. A en juger par le nombre de médicaments que les officines délivrent contre la diarrhée et la dysenterie, on peut conclure que les affections intestinales sont fréquentes au Yunnan, surtout pendant la saison chaude.

La syphilis, sous la forme qu'elle revêt en Extrême-Orient, est assez répandue dans les grands centres. Elle n'a pas toujours une origine vénérienne; la transmission *accidentelle* du contagion peut être assurée de multiples façons, soit par les nattes sordides sur lesquelles s'étendent les voyageurs, soit par la curette ou le rasoir du barbier, soit par la pipe à eau qui circule de bouche en bouche dans les débits de thé, soit enfin par le

les plus grands services à notre colonie de l'Indo-Chine. Quand la ligne de Hanoi à Yunnan Sen par la vallée du Fleuve Rouge sera ouverte, il sera possible d'installer sur les hauteurs du Yunnan des stations sanitaires, semblables à celles que les Anglais ont construites sur les contreforts de l'Himalaya.

¹ Les médecins chinois distinguent trois variétés de fièvre : *Kân choui mao pin* (litt. maladie à sec d'eau), dans laquelle le patient refuse de boire; — *tché choui mao pin* (litt. maladie de l'eau fraîche), dans laquelle le fébricitant boit avec avidité; — *tâ pài tse*, qui signifie accès de fièvre. Cette classification, toute objective, désigne peut-être les diverses phases de l'accès paludéen. La fièvre, sans autre qualificatif, se dit *Hân* (litt. froid).

² Je tiens d'un ingénieur, chargé de faire des études pour la construction de la ligne du Yunnan, que, sur trente-huit porteurs chinois partis de Mongtsé pour chercher des bagages à Manhao, centre essentiellement malsain situé sur le haut Fleuve Rouge, trente-six succombèrent au *Tchéang k'i*, soit rapidement, soit après avoir langui pendant une durée plus ou moins longue. — Il y a quelques années, on aurait, sans hésitation, fait rentrer ces types morbides dans le cadre du paludisme. Mais les recherches contemporaines commandent aujourd'hui plus de réserve. L'étude microscopique seule peut décider si, dans ces fièvres, il n'y a pas des cas relevant du *Piroplasma Donovanii*, agent d'un type de fièvre rémittente fort répandu dans l'Inde. Récemment, G. A. Bentley a trouvé ce piroplasma dans le Kala-Azar ou fièvre noire du Brahmepoutre.

bambou qui sert à attiser le feu dans les auberges.

La lèpre fait de nombreuses victimes au Yunnan. Nulle mesure efficace n'est prise contre cette terrible maladie. Les malheureux qui en sont atteints vivent au milieu de la population saine jusqu'au jour où ils deviennent un objet de dégoût. Alors, ils sont pourchassés sans pitié et ils se réfugient, par petits groupes, dans des masures ou dans des grottes, d'où ils sortent pour aller mendier dans les marchés.

Le Yunnan est peut-être le berceau de la peste. En tout cas, elle y règne à l'état endémique depuis fort longtemps, et les retours offensifs de ce fléau dévastateur ont beaucoup contribué à dépeupler cette province. Parmi les noms divers que les Chinois donnent à la peste, l'un des plus caractéristiques est celui de *Iang tsè* qui veut dire écrouelles, glande abcédée ou bubon. On l'appelle aussi « maladie des rats », parce que les épidémies sont annoncées par la mort d'un grand nombre de ces rongeurs.

Les ophthalmies font d'innombrables victimes dans la presqu'île indo-chinoise et dans le Yunnan. Les conjonctivites sont extrêmement répandues; en général, les femmes sont plus atteintes que les hommes. Outre la conjonctivite purulente blennorrhagique et le trachome, dont l'existence est certaine, il y aurait lieu de rechercher, à l'aide du microscope, si la conjonctivite aiguë contagieuse, causée par le bacille de Wecks, et la conjonctivite subaiguë, produite par le diplo-bacille, existent en Indo-Chine. Au Yunnan, dans les régions de Kaihoa et de Mongtsé, de Yunnan Sen et de Talifu, non seulement les hommes, mais aussi les chiens, sont atteints de conjonctivite purulente. Les paupières, et même la conjonctive des indigènes affligés d'ophtalmie, sont constamment couvertes de mouches qui puisent le liquide purulent. Ces insectes, que le patient se lasse de chasser, et qui, d'ailleurs, reviennent immédiatement se poser sur le pourtour des yeux, sont, suivant toute vraisemblance, l'un des agents vecteurs de cette infection oculaire. Les indigènes affirment que ces conjonctivites sont dues à la fumée qui règne dans leurs habitations, mais cette opinion n'est pas soutenable. L'irritation causée par la fumée peut tout au plus favoriser l'infection conjonctivale, en incitant les malades à se frotter les yeux avec leurs doigts chargés du contagion. Le ptérygion est d'une extraordinaire fréquence au Yunnan.

À ces diverses causes d'opacité cornéenne, si l'on ajoute les complications oculaires de la variole et de la lèpre, on comprend pourquoi les aveugles sont nombreux au Yunnan.

Le Yunnan, qui est un vaste massif montagneux coupé par des vallées étroites, réalise l'ensemble

des conditions dans lesquelles on voit apparaître le goitre. Aussi celui-ci est d'une fréquence telle que, dans certaines localités, le tiers des habitants est affligé de cette infirmité. Il n'en résulte point de conséquences graves pour l'individu et pour sa descendance d'une manière générale. Pourtant, j'ai observé un certain nombre de crétins et de nains myxœdémateux dans les régions les plus éprouvées.

La plupart des causes morbides que je viens d'énumérer, pour être sévères et même mortelles, ne sont pas de celles qui impriment à la race une tare indélébile. Aussi le Yunnanais est-il un robuste montagnard. Par sa taille au-dessus de la moyenne, par son visage ouvert, presque blanc et quelque peu coloré au niveau des pommettes, par ses yeux à peine bridés, il diffère beaucoup du Cantonais, dont le corps est gracile, la peau mate et jaune, les yeux tirés vers les tempes.

La pathologie de tous les peuples qui ne plient pas sous le faix d'une civilisation raffinée est sensiblement réduite; c'est ce qui se vérifie au Yunnan: varices et ulcères variqueux, hernies, eczéma, psoriasis, lichen, carie dentaire, calvitie et canitie précoces, bref, tous ces indices certains de l'usure et de la sénilité d'une race, sont des déchéances pour ainsi dire étrangères à ces populations restées jeunes.

VI

L'entrée en scène du médecin hygiéniste, dont le rôle serait facile, puisque les maladies évitables constituent le fond de la pathologie du Yunnan, serait à la fois un acte de haute philanthropie et de bonne politique.

La création de dispensaires et d'hôpitaux dans les provinces chinoises limitrophes du Tonkin est l'un des meilleurs moyens dont nous disposons pour étendre notre influence au delà de nos frontières actuelles. Le Yunnanais ne prise rien si fort que la santé. Il se drogue volontiers. Faute de mieux, il s'adresse à la pharmacopée chinoise; mais il reconnaît l'énorme supériorité du médecin d'Occident, qu'il tient en particulière estime et qu'il respecte, même en périodes de trouble. Au voyageur qui traverse son village, il demande avec insistance les médicaments européens dont il a éprouvé les bons effets. Avec de la quinine, de l'iodure de potassium, du mercure, des solutions antiseptiques, quelques collyres et surtout du vaccin, on peut faire la conquête pacifique et économique du Yunnan. Comme agent de pénétration, nul n'est moins dispendieux, nul n'est plus efficace que le médecin.

D^r E. Jeanselme,

Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

L'HUMUS ET L'ALIMENTATION CARBONÉE DE LA CELLULE VÉGÉTALE

DEUXIÈME PARTIE : L'ASSIMILATION DES SUBSTANCES TERNAIRES

Dans un premier article¹, nous avons rappelé les principales théories qui ont eu cours sur la nutrition de la cellule vivante; nous allons maintenant exposer nos recherches sur ce sujet et les conclusions qui en découlent.

I. — ASSIMILATION DU SUCRE.

En partant du sucre et d'un nombre restreint d'éléments minéraux, les végétaux supérieurs et probablement la plupart des microbes peuvent élaborer l'infinie variété des substances organiques qui les constituent. Il serait intéressant de suivre les migrations des éléments minéraux dans la cellule vivante, ainsi que le rôle qu'ils y remplissent; mais nos connaissances sont encore très limitées dans cet ordre d'idées; je me bornerai à exposer ici les transformations que subit la molécule de sucre avant d'être incorporée à la substance vivante.

Le sucre a toujours été considéré comme l'aliment ternaire directement assimilable; l'amidon, les dextrines, les polysaccharides alimentaires passent sans exception à l'état d'hexoses avant de disparaître ou de perdre leur individualité dans le tourbillon vital. Les matières grasses elles-mêmes, et peut-être les résines et autres substances carbonées de réserve, passent par le même état avant de subir le même sort.

Construit uniquement avec des hexoses et des éléments minéraux, le végétal a, cependant, une composition élémentaire qui diffère nettement de celle des hydrates de carbone. Il est plus riche en hydrogène que ces derniers composés. Si les hexoses sont assimilés sans transformation préalable, il faut admettre que la cellule vivante emprunte son excédent d'hydrogène à l'eau.

C'était l'opinion de Liebig, de Dumas, de Boussingault, etc.; mais on ne s'inquiétait pas du sort de l'oxygène qui devient libre à la suite de l'assimilation de l'hydrogène. D'après les résultats de Boussingault relatifs à l'assimilation chlorophyllienne, la quantité d'oxygène mise en liberté correspond exactement à l'acide carbonique décomposé, puisque le rapport des volumes gazeux mis en jeu est très voisin de l'unité. L'oxygène de l'eau n'est donc pas éliminé en nature.

Les recherches de MM. Bonnier et Mangin ont montré, dans la suite, que le quotient respiratoire chez les végétaux supérieurs est inférieur à l'unité; il y a donc plus d'oxygène absorbé que de gaz carbonique dégagé; le végétal s'enrichit donc en oxygène au lieu de s'appauvrir, de sorte que, si l'on admet, avec les chimistes, que la combustion respiratoire est directe, c'est-à-dire que l'oxygène emprunté à l'air se combine au carbone pour s'éliminer à l'état de gaz carbonique, on ne conçoit pas comment le végétal peut s'enrichir en hydrogène.

Pour sortir de cette impasse, il suffit d'admettre que la combustion respiratoire ne se confond pas avec un phénomène d'oxydation directe; l'acide carbonique dégagé ne renferme pas tout l'oxygène emprunté à l'air; il peut provenir de l'oxygène des aliments carbonés, en particulier des sucres, à la suite de transformations analogues aux phénomènes de fermentations. C'est Claude Bernard qui, le premier, a émis cette hypothèse; il s'élevait contre la théorie de la combustion directe et considérait l'oxygène comme un élément susceptible d'entrer dans la constitution de la substance vivante pour s'éliminer ensuite au moyen de transformations qui rappellent les phénomènes de fermentation.

A l'appui de cette conception, il cite les observations suivantes: un muscle au repos absorbe plus d'oxygène qu'il n'élimine de CO_2 ; il produit, au contraire, plus de gaz carbonique qu'il ne prend d'oxygène pendant le travail; il dégage, enfin, de l'anhydride carbonique pendant un temps assez long dans une atmosphère de gaz inerte.

En pénétrant plus loin dans cette voie, on est conduit à se demander si, contrairement aux apparences, le glucose est réellement incorporé en nature ou brûlé entièrement, sans subir de transformations ou de dédoublements rappelant les phénomènes de fermentation. En d'autres termes, ces phénomènes des fermentations doivent-ils être considérés comme des transformations accomplies par la cellule vivante dans l'unique but de détruire ou de modifier les substances alimentaires, ou, au contraire, dans le but d'en tirer le carbone dont elle a besoin? L'histoire de la Microbiologie répond par la négative à cette double question. Les ferments et les champignons dédoublent le sucre en un certain nombre de produits, tels que l'acide lactique, l'alcool, l'acide acétique, l'acide butyrique,

¹ Voir la *Revue* du 28 février 1905, t. XVI, p. 152.

l'alcool butylique, etc.; mais tous ces composés, qui caractérisent autant de fermentations différentes accomplies par des ferments divers, n'ont jamais été considérés que comme des produits de déchet.

Quand Pasteur eut montré que la levure est un végétal aérobic qui ne peut vivre sans oxygène, il interpréta la production de l'alcool en supposant que, dans cette dislocation de la molécule de sucre, la levure peut se procurer de petites quantités d'oxygène dont elle a besoin.

La production de l'alcool est la conséquence de la vie sans air; sa formation traduit des conditions de vie anormale, de sorte qu'il constitue lui-même un produit anormal. Par analogie, les composés qui s'accumulent dans un liquide en fermentation indiquent un état de souffrance du ferment; ils n'ont donc aucun rapport avec l'alimentation normale, et le sucre, qui concourt à la création ou à l'entretien de la cellule vivante, est assimilé suivant un processus différent, que l'on ignore.

Claude Bernard faisait, comme je l'ai déjà dit, une place aux phénomènes de fermentation dans la respiration normale; mais il se hâta d'ajouter que les phénomènes de combustion et de fermentation, dont la résultante se confond avec la respiration, étaient plutôt soupçonnés que démontrés et que cette étude était encore dans l'enfance.

Partant de cette idée, il fut conduit à rechercher une diastase capable de produire la fermentation alcoolique en dehors de la cellule de levure; mais ce n'est qu'en 1897 que Buchner est parvenu à la mettre en évidence.

Cette diastase semble ne se former qu'à l'abri de l'air; la levure cultivée au contact de l'air, à la surface de milieux solides, n'en renferme pas; la fermentation alcoolique se présente donc comme une transformation diastasique destinée à fournir à la levure l'énergie qu'elle ne peut plus se procurer en l'absence de l'oxygène.

Si la fermentation alcoolique ne pouvait plus être interprétée suivant les idées de Pasteur, elle restait cependant liée à la vie sans air, et l'alcool ne devait pas être rapporté à un phénomène de digestion.

Tel était l'état de la question au moment où j'ai abordé l'étude de l'assimilation du sucre à la fin de l'année 1898¹.

En consultant les faits acquis, on pouvait faire quelques rapprochements intéressants, car, si les interprétations varient, les faits restent; c'est donc avec ceux-ci qu'il faut compter; c'est sur eux qu'il faut échafauder si l'on veut édifier de nouvelles théories plus générales, capables, non seulement de

réunir tous les résultats bien assis, mais encore de suggérer de nouvelles recherches.

Ainsi, si l'on prend comme exemple la fermentation alcoolique, on a constaté que toutes les cellules végétales privées d'air, et même les cellules animales, sont capables de la produire; on a réuni tous les faits de cet ordre sous le nom de fermentation intracellulaire ou intramoléculaire; à côté de ces fermentations, se produisant dans des conditions particulières, on a observé d'autres fermentations alcooliques, provoquées par des ferments anaérobies et s'effectuant, par conséquent, dans des conditions de vie normale. Si ces dernières peuvent être regardées comme des transformations exothermiques destinées à fournir au ferment l'énergie nécessaire pour vivre et se développer, les fermentations intra-cellulaires ne sauraient être interprétées de la même façon, car la cellule strictement aérobic, privée d'oxygène, ne peut ni se nourrir, ni se multiplier; elle ne peut donc pas utiliser la chaleur qui résulte du dédoublement du sucre en alcool et acide carbonique; elle devient, d'ailleurs, le siège de phénomènes de désassimilation qui dégagent aussi de la chaleur.

Les théories courantes sont, comme on le voit, incapables de fournir une interprétation suffisante de l'ensemble des faits connus; et l'on ne peut se refuser à reconnaître que, si l'on admet que les produits des fermentations sont des actes de digestion, on aplanit bien des difficultés.

Cette façon d'envisager les produits d'une fermentation entraîne un certain nombre de conséquences susceptibles d'être vérifiées par l'expérience.

En prenant toujours comme exemple la fermentation alcoolique, on conçoit facilement que, si l'alcool est la portion utilisable du sucre, le poids de substance vivante obtenu en milieu minéral additionné de sucre ne pourra jamais dépasser la moitié du poids du sucre consommé.

Cette déduction se trouve confirmée par les résultats de Pasteur relatifs à la levure, par ceux que Raulin a obtenus avec l'*Aspergillus niger*. Pasteur a constaté, en effet, que la levure cultivée en grande surface au contact de l'air ne produit pas d'alcool; mais, par contre, elle fournit un poids de matière vivante qui peut atteindre le quart du sucre consommé; l'*Aspergillus niger* donne le même rendement en substance vivante. Voilà donc des faits qui nous autorisent à considérer l'interprétation que je viens de formuler, sinon comme suffisamment établie, du moins comme étant digne d'attirer l'attention.

Suivant cette conception, l'alcool apparaîtra toutes les fois que la cellule aérobic, étant privée d'air, ne pourra plus assimiler l'alcool, ou que la

¹ Annales de l'Institut Pasteur, années 1900, 1902, 1904.

cellule anaérobie en produira plus qu'elle n'en peut consommer. Mais on admet ainsi implicitement que la cellule aérobie, contrairement encore à l'opinion courante, sécrète de la zymase; c'est un fait qu'il faudra démontrer.

On voit, par conséquent, si l'on veut établir que l'alcool est un produit de digestion du sucre, qu'il suffit de montrer :

1° Que les cellules aérobies peuvent se nourrir d'alcool aussi bien que de sucre;

2° Que la zymase est une diastase de la vie aérobie ou anaérobie, suivant que la cellule peut se développer au contact de l'air ou à l'abri de l'air.

En envisageant la question sous ce point de vue, on heurte de front les interprétations admises jusqu'ici; mais, comme on a déjà vu à plusieurs reprises combien peu la réalité s'accorde avec les apparences, on est en droit de se recommander de cette indication pour opposer, *a priori*, les hypothèses les unes aux autres, si paradoxales que semblent être, de prime abord, celles que je viens d'énoncer.

Les nombreux faits que j'ai apportés à leur appui ont été fournis par l'étude des végétaux supérieurs et par celle du microbe. Que l'on s'adresse à l'une ou à l'autre de ces deux catégories d'être vivants, le choix des matériaux d'expérience s'impose. Parmi les végétaux supérieurs, ce sont les légumineuses, dont les cotylédons ne renferment que de l'amidon, comme aliments ternaires de réserve, qui m'ont donné les meilleurs résultats. Parmi les microbes, les moisissures sont tout indiquées, à raison du poids élevé de substance vivante qu'elles fabriquent en quelques jours, je dirai même en quelques heures. Elles ont, en outre, l'avantage de permettre l'emploi de solutions minérales de composition bien définie, parce qu'elles tirent les éléments qui les constituent d'un petit nombre de substances minérales d'une part, et du sucre ou de quelques composés ternaires simples d'autre part.

Je dois ajouter, enfin, puisqu'il s'agit de montrer que le sucre ne vaut comme aliment qu'en raison de l'alcool qu'il pourrait fournir par voie de dédoublement diastasique, que le choix doit se restreindre encore et se fixer définitivement sur les espèces capables de faire fermenter activement le sucre à l'abri de l'air et de se nourrir de sucre ou d'alcool, lorsque les cultures sont largement aérées.

L'*Eurotiosis Gayoni*, introduit dans la science par M. Laborde, remplit à merveille toutes les conditions que je viens de définir.

Conformément aux prévisions déjà formulées, le rendement en poids de mycélium, pour un poids donné d'aliment consommé, doit varier entre 25

et 50 %, si la substance alimentaire fournie est du glucose; il sera compris entre 50 et 100 %, si elle est constituée par l'alcool. C'est ce point qu'il s'agit de vérifier tout d'abord avec la culture d'*Eurotiosis*.

Les tableaux I et II donnent les chiffres fournis par deux séries de cultures que j'ai faites sur milieu Raulin, la première en milieu sucré, la deuxième en milieu alcoolisé.

TABLEAU I. — Milieu sucré.

N ^o d'ordre	DURÉE de l'expérience		POIDS du mycélium	SUCRE consommé	RENDEMENT en mycélium p. 100 d'aliment consommé
	jours	heures			
1	2	"	11,2	"	"
2	2	15	38,8	100,6	38,56
3	3	3	124,1	385,5	33,48
4	3	15	182,0	537,7	33,80
5	4	3	210,1	811,5	32,00
6	5	15	386,8	1.289,5	30,71
7	6	15	452,3	1.651,3	27,40

En portant sur deux axes de coordonnées la durée des cultures et le poids de mycélium correspondant, on obtient des courbes qui traduisent mieux que les chiffres la marche générale du développement des cultures. La courbe de la figure 1 a été obtenue avec les chiffres du tableau I; la courbe de la figure 2 correspond au tableau II.

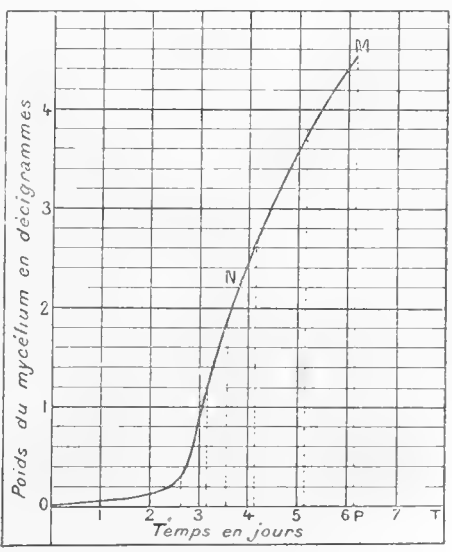


Fig. 1. — Poids de mycélium en fonction du temps des cultures d'*Eurotiosis* en milieu sucré.

Les courbes se comprennent d'elles-mêmes; elles nous fournissent encore quelques indications intéressantes; mais, pour les faire ressortir, il est nécessaire d'utiliser la formule par laquelle M. Duclaux a symbolisé le travail de la vie de la cellule (1).

Les aliments servent à la construction de la cellule ou à son entretien. Si l'on désigne par S la somme des aliments consommés par une culture d'*Eurotiosis*, par C la quantité employée à la construction du végétal, par E celle qui est affectée à

TABLEAU II. — *Milieu alcoolisé.*

Nos d'ordre	DURÉE de l'expérience		POIDS du mycélium	ALCOOL consommé	RENDEMENT en mycélium p. 100 d'aliment consommé
	jours	heures	mgr.	mgr.	
1	3	16	12,8	"	"
2	4	16	42,0	42,0	"
3	5	16	153,0	192,0	79,68
4	6	"	227,7	325,0	70,00
5	6	16	342,3	640,0	53,48

l'entretien, ces trois quantités sont liées par la relation suivante :

$$S = C + E.$$

C peut être mis sous la forme aP , P étant le poids du mycélium obtenu à la fin de l'expérience et a un coefficient exprimant la quantité d'aliment employée à la construction de l'unité de poids de plante.

E dépend du poids P; on peut donc faire :

$$E = b \frac{P}{n} t.$$

$\frac{P}{n}$ est ce qu'on peut appeler le *poids moyen* de la culture, c'est-à-dire une quantité constante pendant toute la

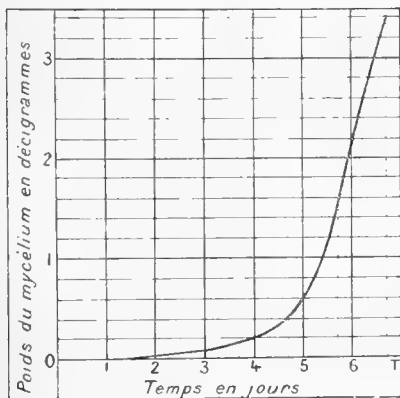


Fig. 2. — Poids du mycélium, en fonction du temps, des cultures d'*Eurotiosis* en milieu alcoolisé.

la durée de l'expérience, qui consomme, pour son entretien, la même somme d'aliments que la culture elle-même.

La dépense d'entretien, calculée à l'aide du poids moyen, est donc proportionnelle au temps, ce qui

justifie l'expression précédente; b est la dépense d'entretien par unité de poids et de temps.

De sorte qu'en définitive, on a :

$$(1) \quad S = aP + b \frac{P}{n} t$$

C'est la formule de M. Duclaux¹.

Pour éviter les complications de calcul, je considérerai S comme représentant seulement la somme des aliments ternaires qui ont contribué à l'alimentation de l'*Eurotiosis*; comme P est constitué en partie, à peu près 5 %, par de l'azote emprunté à l'ammoniaque ou à l'acide nitrique, les coefficients a et b déduits par le calcul seront légèrement inférieurs aux coefficients réels, puisque le premier membre ne renferme pas l'azote utilisé; mais ils demeureront comparables entre eux d'une expérience à l'autre. Dans cette formule, M. Duclaux a fait $n=3$, chiffre déduit par M. Hansen de la multiplication de la cellule de levure.

Il a admis, en outre, comme conséquence de la revision méthodique des notions apportées par l'étude de la vie de la levure, que a doit être voisin de 2 pour la levure, 2 étant cependant une valeur approchée par excès; pour l'*Eurotiosis*, il a fait $a=1,5$. Ces valeurs, déduites de considérations théoriques, faute de renseignements pratiques, ne correspondent pas aux indications de l'expérience. Les résultats des tableaux I et II nous montrent, en effet, que a est égal à l'unité; mais, lorsqu'il s'agit d'une alimentation hydrocarbonée, ce n'est pas la somme S de sucre disparu qu'il faut employer, mais bien $\frac{S}{2}$, puisque la moitié seulement du poids du sucre est utilisée, soit pour la construction, soit pour l'entretien des cellules.

Le coefficient a étant ainsi fixé par l'expérience, il suffit de déduire $\frac{P}{n}$ des courbes (fig. 1 et 2) pour calculer b . $\frac{P}{n}$ est, je le rappelle, le poids moyen des cultures. C'est aussi l'ordonnée moyenne des courbes correspondant à chaque culture (Duclaux, *loc. cit.*). En utilisant la formule de Simpson pour le calcul de cette ordonnée moyenne, on obtient pour $\frac{1}{n}$ les valeurs suivantes :

TABLEAU III.

Sucre interverti.	Alcool.
Culture n° 4. . . 0,20	Culture n° 3. . . 0,11
— n° 5. . . 0,24	— n° 4. . . 0,14
— n° 6. . . 0,32	— n° 5. . . 0,16
— n° 7. . . 0,37	

Dans le tableau III, les numéros d'ordre correspondent à ceux des tableaux I et II.

TABLEAU IV.

Sucre interverti.	Alcool.
Culture n° 4. . . 0,65	Culture n° 3. . . 0,40
— n° 5. . . 0,43	— n° 4. . . 0,67
— n° 6. . . 0,34	— n° 5. . . 0,81
— n° 7. . . 0,33	

Ces valeurs, portées dans la formule (1), permettent de calculer b pour chacune des cultures envi-

¹ *Traité de Microbiologie*, t. I et III. Masson, Paris.

sagées; les chiffres obtenus sont réunis dans le tableau IV.

Voilà les résultats que l'étude des courbes (fig. 1 et 2) permet d'obtenir; ils peuvent se traduire de la façon suivante :

La ration d'entretien de l'*Eurotiopsis Gayoni* nourri avec du sucre va en décroissant à mesure que la culture vieillit; elle croît, au contraire, avec le temps s'il est alimenté avec de l'alcool. Il est bien entendu que toutes ces cultures ont été arrêtées au moment où il y avait encore dans le milieu nutritif beaucoup de sucre ou d'alcool non consommé.

Ces résultats montrent que le mycélium vieillit plus vite lorsqu'il est nourri avec du sucre que lorsqu'il est alimenté avec de l'alcool, car il faut bien admettre qu'une cellule qui consomme peu ou pas d'aliments est moins active que celle qui en consomme beaucoup. Comment peut-on interpréter ce curieux phénomène, si l'on considère que le sucre doit être dédoublé en alcool et CO_2 pour être assimilé? Il faut admettre que la zymase est indispensable à la cellule qui doit emprunter son carbone au sucre; mais cette diastase est très oxydable; elle disparaît assez vite de la cellule à mesure que celle-ci vieillit, et, quand elle est détruite, le mycélium n'a plus d'action sur le sucre; il s'autophagie; cette conception nous permet donc de prévoir que le mycélium d'*Eurotiopsis* est d'autant plus riche en zymase qu'il est plus jeune, d'autant plus pauvre qu'il est plus âgé. C'est un fait qui peut être vérifié par l'expérience, comme on le verra plus loin.

Les cultures effectuées sur milieu alcoolisé peuvent se passer de zymase; elles peuvent donc utiliser l'alcool d'autant mieux qu'elles sont mieux aérées, puisqu'il est assimilé surtout par voie d'oxydation; on conçoit ainsi que la ration d'entretien puisse demeurer constante; mais elle croît avec le temps, et ce résultat semble difficile à interpréter; en observant attentivement le développement du voile mycélien, on remarque, cependant, que cette particularité s'explique facilement. Le voile jeune est en partie submergé, la portion aérienne seule se trouve dans les conditions favorables à l'assimilation active de l'alcool; or celle-ci augmente avec l'âge, car les filaments aériens, contrairement à ce qui se passe dans les cultures en milieu sucré, prennent un grand développement. Voilà pourquoi la ration d'entretien augmente à mesure que les filaments aériens prédominent.

II. — VARIATION DE LA ZYMASE DANS LE MYCÉLIUM D'*EUROTIOPSIS GAYONI*.

On sait de quelle façon on a été conduit, au début du chapitre précédent, à envisager la zymase

comme une diastase de la vie aérobie; les conclusions que je viens de formuler au sujet de la variation de la ration d'entretien viennent corroborer cette opinion, d'une manière détournée il est vrai, et sous une forme encore hypothétique. Le moment est venu de soumettre cette déduction à une démonstration directe.

On peut isoler la zymase de l'*Eurotiopsis Gayoni* soit par l'emploi de pressions élevées (400-500 atmosphères), soit en traitant le mycélium fortement essoré par un mélange d'alcool et d'éther, suivant le procédé indiqué par Albert.

On peut établir de cette façon que le mycélium jeune renferme plus de zymase que le mycélium âgé; que le voile mycélien, traité sans avoir été privé d'air pendant un temps plus ou moins long, est plus riche que les cultures identiques, mais exposées dans leur vase de culture à une atmosphère dépourvue d'oxygène pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures; mais, comme ces procédés d'isolement de la zymase ne permettent d'obtenir qu'une fraction très faible de la quantité de diastase que renferme le mycélium, environ $1/12$, ils ne se prêtent pas à des déterminations quantitatives suffisamment rigoureuses.

Pour évaluer les quantités de zymase présentes dans le mycélium d'*Eurotiopsis*, il suffit de le placer dans une solution à 25 % de glucose, en présence d'une atmosphère inerte. Les quantités de diastase se mesurent par le volume d'acide carbonique dégagé dans l'unité de temps par l'unité de poids de mycélium. Si l'on s'arrange de façon à pouvoir suivre, pendant plusieurs jours, la production d'acide carbonique, on peut se rendre compte des variations de la diastase alcoolique dans une culture placée à l'abri de l'air. J'ai appliqué ce procédé à l'étude d'une série de cultures faites dans des conditions identiques et prises à des âges variables. En ramenant les volumes d'acide carbonique dégagés par 1 gramme de ces cultures en vingt-quatre heures à la pression de 760 et à la température de 0°, j'ai obtenu les courbes de la figure 3.

Le temps, évalué en jours, est porté sur l'axe horizontal; les volumes de CO_2 , dégagés de vingt-quatre heures en vingt-quatre heures, sont portés sur l'axe vertical et comptés en 100 centimètres cubes.

La courbe A correspond à un voile de vingt-quatre heures, l'âge des voiles mycéliens étant évalué à partir du moment où les premiers filaments aériens commencent à émerger du liquide. La courbe B correspond à un voile de quarante-huit heures, C à un voile de quatre jours et M à un voile âgé de sept à huit jours.

Ces courbes traduisent un certain nombre de résultats fort intéressants. On voit, en effet, que la

zymase diminue rapidement avec l'âge des cultures; ce résultat explique et justifie l'interprétation que j'ai donnée de la variation de la ration d'entretien avec l'âge du mycélium.

La courbe A montre que la diastase diminue rapidement dans une culture privée d'air. L'*Eurotiosis Gayoni* est, en effet, un champignon strictement aérobic; la privation d'oxygène suspend immédiatement tout développement, de sorte que l'on conçoit aisément qu'il soit incapable de sécréter, dans ces conditions, de nouvelle diastase; la quantité initiale diminue parce que certaines causes de destruction agissent même à l'abri de l'air.

Mais il semble que la courbe fournie par un voile mycélien de quatre jours contredise cette conclusion. Contrairement à la courbe A, qui est toujours décroissante, la courbe C présente un maximum

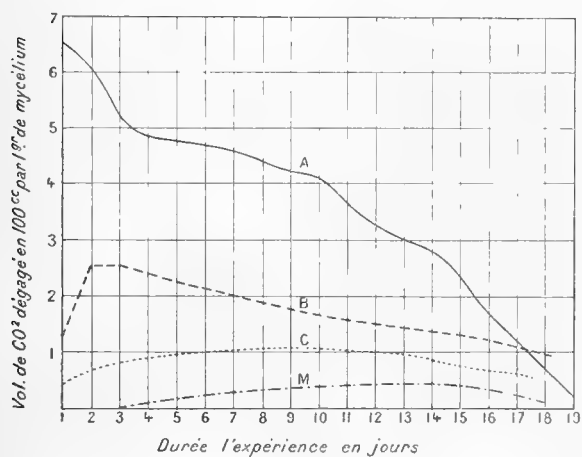


Fig. 3. — Dégagement d'acide carbonique par diverses cultures d'*Eurotiosis Gayoni*.

qui a lieu au bout de dix jours de séjour à l'abri de l'air. On est donc autorisé, en apparence, à affirmer que le mycélium âgé sécrète de la zymase lorsqu'on le prive d'oxygène; mais on ne se trouve pas ici en présence d'une véritable sécrétion de diastase, car on ne saurait admettre que le mycélium jeune et très actif ne possède pas cette propriété. Si l'on remarque que le mycélium de quatre jours est six fois moins riche que le mycélium de vingt-quatre heures, à poids égal, on est en droit d'admettre que le premier renferme de la diastase active et de la diastase inactive plus ou moins complètement détruite. Une portion de cette zymase inactive, celle qui est la moins altérée, portion très faible, d'ailleurs, est capable de reprendre, dans un milieu réducteur, l'activité qu'elle a perdue dans un milieu oxydant; c'est donc un phénomène de régénération qu'on observe dans ces conditions; la régénération de la zymase peut masquer le travail inverse de destruction, qui s'effectue également à l'abri de l'air, et la courbe croît pendant quelque

temps, passe par un maximum, et décroît ensuite lorsque la destruction est plus active que la régénération. Les deux phénomènes peuvent se contrebalancer plus ou moins longtemps, et alors la décroissance est très lente; la courbe B en est un exemple; elle présente aussi un maximum qui se manifeste vers le deuxième jour; mais ce résultat est accidentel et tient à ce que l'acide carbonique retenu par le liquide à l'état dissous a été pris entièrement sur la quantité produite pendant les premières vingt-quatre heures.

Si l'on soumet une culture relativement très âgée au même traitement que les précédentes, on obtient une courbe de la forme M. Une culture vieille peut rester inerte en apparence pendant quelques jours, et donner lieu à un dégagement de CO₂ qui va en augmentant, passe par un maximum et décroît ensuite lentement jusqu'à zéro.

Si l'on rappelle que tous les végétaux placés à l'abri de l'air présentent les mêmes phénomènes, cette courbe prend un grand intérêt, car elle est la reproduction graphique à peu près fidèle de la marche des fermentations dites intracellulaires, qu'on a si souvent observées dans les milieux privés d'oxygène.

Rapportée à des cas isolés, cette courbe demeure énigmatique; mais, lorsqu'elle est rattachée à sa véritable cause, telle qu'on vient de la découvrir chez l'*Eurotiosis*, elle se présente comme la suite d'une action diastasique qui a son origine dans la vie normale. La solution de continuité qui existe entre les deux modes de vie n'est qu'apparente; chez la plupart des végétaux, la zymase se détruit dès qu'elle a agi, par un processus dont le mécanisme nous échappe, mais qui se rattache probablement aux phénomènes d'oxydation. Comme dans le mycélium d'*Eurotiosis* âgé, il y a dans ces végétaux une quantité plus ou moins grande de zymase susceptible de se régénérer, ou de reprendre son activité dans un milieu réducteur.

On arrive ainsi, par l'observation directe, à montrer que, non seulement la zymase est une diastase de la vie aérobic qui préside à l'assimilation du sucre dans les conditions de vie normale, mais encore que les fermentations à l'abri de l'air, observées chez les végétaux aérobic, sont la conséquence directe de la présence de la zymase dans les cellules vivant au contact de l'air.

Cette généralisation peut se justifier autrement que par des raisonnements d'analogie. J'ai montré, en effet, que les cotylédons de pois privés de leurs embryons, placés dans les conditions favorables à la germination des graines entières, saccharifient leurs réserves amylacées et produisent de l'alcool aux dépens du glucose qui se forme dans ces conditions; tous ces produits de digestion se retrouvent

ainsi à l'état libre parce que la plantule n'est plus là pour les utiliser; il faut en conclure que les cotylédons à réserves amylacées fournissent à la plantule non seulement toute la série des hydrates de carbone qui se forment par hydrolyse de l'amidon, mais encore de l'alcool. C'est pour cela que l'on trouve toujours de petites quantités d'alcool dans les plantules en voie de développement; on sait que M. Berthelot en a trouvé également dans les feuilles de graminées cueillies pendant le jour. Voilà, par conséquent, des faits qui montrent que, chez les végétaux supérieurs, comme chez les champignons, l'alcool est un produit de digestion des hexoses.

On peut citer d'autres arguments à l'appui de cette conclusion: Si l'on considère les graines à réserves amylacées, on peut prévoir que le poids de plantules formées aux dépens des aliments empruntés aux cotylédons ne pourra jamais dépasser 50 % du poids de ces derniers. C'est ce que l'on observe avec les pois, les haricots. Mais si l'on fait les mêmes déterminations sur des graines oléagineuses, le rendement en poids de substance vivante peut dépasser 50 % et même 100 % du poids perdu par les cotylédons. Les graines d'arachides en constituent un exemple. Ce résultat n'a pas le droit de nous étonner; on sait, en effet, que les matières grasses se transforment en sucre avant d'être assimilées, c'est-à-dire incorporées aux substances vivantes. Cette transformation est accompagnée d'une fixation d'oxygène sur les substances grasses qui a pour résultat de doubler à peu près leur poids initial, de sorte que le poids réel des réserves ternaires assimilées est encore le double de celui des plantules formées.

L'ensemble de ces faits permet de conclure que l'alcool doit être considéré comme un produit de digestion du sucre.

Lorsqu'il reste inutilisé, c'est une preuve que la cellule qui le produit ne dispose pas de l'oxygène nécessaire à son assimilation, si elle est aérobie; si, au contraire, elle est anaérobie, l'accumulation de l'alcool est due à ce fait que l'action de la zymase, ne se réglant pas sur les besoins de la cellule, produit plus d'alcool qu'il ne s'en consomme.

Ces conclusions, qui sont démontrées pour l'alcool, doivent être admises également pour les autres produits de fermentation, de sorte que l'on peut dire qu'il existe autant de processus d'assimilation du sucre que de modes de fermentation auxquels il peut donner lieu. Ces modes de fermentation sont très limités. On connaît, en effet: les fermentations lactique, alcoolique, acétique, butyrique.

Je dois ajouter que l'on a trouvé bien d'autres substances dans les liquides en fermentation; un

certain nombre d'entre elles peuvent être rattachées au dédoublement du sucre; mais la plupart se présentent comme des produits de désassimilation ou se forment par l'intervention de réactions secondaires.

Dans toutes les fermentations, on peut dire que l'une des substances énoncées prédomine; mais elle ne se rencontre jamais seule; c'est ainsi que la fermentation lactique est accompagnée de production d'alcool et d'acide acétique; la fermentation alcoolique elle-même, lorsqu'elle est due à la levure, ne se limite pas à un dédoublement du sucre en alcool et acide carbonique; il y a en même temps formation de glycérine, d'acides succinique et acétique; on verra plus loin ce qu'il faut penser de ce fait. Les fermentations butyriques, enfin, entraînent toujours une production d'acides volatils et d'alcool butylique.

Quelques-uns de ces corps peuvent se former aussi successivement, aux dépens les uns des autres, et non directement aux dépens du sucre. C'est ainsi que l'acide lactique doit être considéré comme un produit intermédiaire entre le sucre et l'alcool. Cela veut dire que la zymase est constituée par deux diastases, dont une dédouble le sucre en deux molécules d'acide lactique, tandis que l'autre dédouble ensuite l'acide lactique en alcool et acide carbonique. Cette conclusion résulte de mes recherches sur l'assimilation de l'acide lactique par l'*Eurotiosis*. Si l'on considère, en effet, le rendement en poids de mycélium fourni par l'acide lactique, et si l'on rapproche des résultats obtenus de cette façon ceux qui sont fournis par l'étude des échanges gazeux, on est conduit à admettre que l'acide lactique est dédoublé en alcool et CO² avant d'être assimilé. Le fait que le mycélium d'*Eurotiosis*, cultivé sur milieu Raulin qui ne renferme que de l'acide lactique comme unique aliment carboné, puis immergé dans le liquide nutritif, produit de petites quantités d'alcool aux dépens de l'acide lactique, est d'accord avec la conclusion précédente.

Les deux diastases qui constituent la zymase de la levure sont en proportions telles que leurs actions se font toujours équilibre dans la fermentation alcoolique produite par la levure; l'acide lactique ne semble pas se former dans les conditions ordinaires de la fermentation; mais si, par une action quelconque, on réussit à détruire la deuxième diastase en plus forte proportion que la première, les actions des deux diastases ne se feront plus équilibre, et une partie de l'acide lactique reste libre. C'est ce qui résulte des essais de MM. Buchner et Meisenheimer sur le suc de levure. Ces savants ont constaté que non seulement la zymase obtenue par l'emploi de hautes pressions produit de l'alcool aux dépens du sucre, mais

encore de l'acide lactique et de l'acide acétique : ce dernier d'une façon tout à fait régulière, le premier seulement dans quelques cas ; mais cette irrégularité même est, dans la circonstance, un argument en faveur de la dualité de la zymase, puisque les causes de destruction peuvent affecter plus fortement l'une ou l'autre des deux diastases.

Si, au lieu de prendre comme exemple de fermentation alcoolique celle qui est produite par la levure, on considère celle qui résulte de l'action des ferments lactiques sur les sucres fermentescibles, on constate que les deux diastases sont toujours réparties inégalement dans ces espèces bactériennes ; on trouve toujours de l'acide lactique et de l'alcool, si bien qu'en réalité il faut distraire de la nomenclature des types de fermentation la fermentation lactique, qui n'est qu'une étape dans la fermentation alcoolique.

Nous voyons ainsi que la plupart des cellules vivantes, bactériennes ou végétales, mettent en œuvre des processus de digestion du sucre en nombre très restreint. Une plantule de pois, un champignon, une levure, une bactérie, exercent les mêmes actions sur le sucre, et, si l'on remarque que les phénomènes de fermentation ne sont que des cas particuliers de la digestion des sucres, se manifestant dans des conditions particulières, on est bien obligé d'admettre que les fermentations ne sont pas spécifiques. Et telle est la loi du progrès que les interprétations les plus élémentaires, les mieux établies en apparence, se modifient de jour en jour à mesure que la moisson des faits devient plus abondante.

III. — VIE ANAÉROBIE DE LA LEVURE.

Dans l'exposé des faits que je viens de développer dans les chapitres précédents, je n'ai rien emprunté aux connaissances, pourtant si étendues, que nous possédons sur la levure. C'est une omission volontaire. La levure ne se prête pas, en effet, à la démonstration des conclusions que j'ai résumées. Celles-ci s'appliquent cependant à la levure végétative, laquelle se multiplie activement au contact de l'air, absorbe de l'oxygène gazeux, et ne produit pas d'alcool libre.

Mais si l'on ensemence une trace de levure, empruntée à une culture jeune en surface, dans un milieu privé d'air aussi complètement que possible, on constate que la levure se développe activement et fait fermenter énergiquement le sucre.

Dans les mêmes conditions, les spores d'*Eurotiopsis* ne germent pas ; un fragment de mycélium jeune n'augmente pas de poids ; une culture entière encore jeune s'arrête dans son développement et s'autophagie ; la fermentation qu'elle peut provo-

quer est due à la zymase formée en vie aérobie ; elle diminue d'activité à mesure que la zymase se détruit, et cela à partir du moment où l'atmosphère confinée ne renferme plus d'oxygène.

Si les phénomènes observés avec la levure privée d'air sont si différents de ceux que l'on constate avec l'*Eurotiopsis*, il faut en conclure que la levure met en œuvre un processus d'assimilation du sucre qui n'existe pas chez l'*Eurotiopsis*.

L'alcool n'est pas un aliment de la vie anaérobie, puisqu'il doit être oxydé avant d'être assimilé ; mais, s'il est accompagné d'un autre produit de fermentation capable de fournir à la levure, à l'état combiné, l'oxygène qu'elle tire de l'air pendant la vie végétative, sa multiplication deviendra possible à l'abri de l'air.

Il faut donc rechercher si, parmi les produits secondaires qui accompagnent l'alcool, il n'existe pas un composé capable de remplir ce rôle.

J'ai établi que l'acide acétique doit être considéré, au même titre que l'alcool, comme un produit de digestion du sucre ; MM. Buchner et Meisenheimer avaient montré, quelques mois auparavant, que le suc de levure, en présence du sucre, donne naissance à de l'acide acétique ; mais ils ne sont pas très explicites sur son origine, pas plus que sur le rôle physiologique qu'il est capable de remplir vis-à-vis de la levure.

La présence de l'acide acétique, en assez grande abondance pour qu'on ne puisse pas le considérer exclusivement comme un produit de désassimilation, dans la fermentation alcoolique provoquée par la levure, rapproche l'action de la levure de celle des ferments lactiques qui peuvent se développer également à l'abri de l'oxygène.

Comme tous les processus de fermentation anaérobies, celui qui caractérise l'action de la levure à l'abri de l'air se résume au moins dans deux fermentations : la fermentation alcoolique et la fermentation acétique.

C'est ce qui permet à la levure de se multiplier à l'abri de l'air et de prendre directement aux aliments l'oxygène combiné qui remplace, jusqu'à un certain point, la part importante qu'elle prélève sur l'atmosphère lorsqu'elle mène la vie végétative. Je dis jusqu'à un certain point, car on sait que le développement de cet organisme est limité à l'abri de l'air. Au bout d'un temps plus ou moins long, on remarque, en effet, d'après les expériences de Denys Cochin, que la levure ne peut plus se multiplier dans un milieu neuf si l'ensemencement se fait à l'abri de l'air durant un certain nombre de passages d'un milieu dans un autre ; mais si, comme Pasteur l'a observé, on lui rend une petite bulle d'air, la fermentation repart bientôt.

C'est ce qui distingue la levure des ferments stric-

tement anaérobies; cela tient à ce que la première ne peut pas emprunter de l'oxygène à l'eau, tandis que les derniers trouvent, dans ce composé qu'ils peuvent réduire, une source illimitée d'oxygène.

La fermentation alcoolique provoquée par la levure est donc une conséquence de la vie anaérobie limitée de cet organisme. La zymase se conserve dans ces conditions, et, comme le globule se multiplie activement, la quantité de zymase suit la même progression; une fois formée, elle agit sur le sucre indépendamment du besoin de la levure, et son action se poursuit jusqu'à ce qu'elle soit entièrement détruite.

La levure cesse de se multiplier au bout d'un temps relativement court si la température est élevée; dans des cultures faites à l'abri de l'air, à la température de 30°, dans 200 centimètres cubes de liquide,ensemencés avec 30 à 50 milligrammes de levure, sa multiplication fournit un poids de substance vivante dix à vingt fois supérieur au poids de la semence; la prolifération est terminée au bout de trente-six heures environ; mais la fermentation se poursuit pendant des semaines, si la quantité de sucre offerte n'est pas transformée complètement avant ce délai. Ce phénomène doit être considéré ici encore comme un cas particulier d'un phénomène de digestion, car on ne peut pas admettre que la zymase se forme exclusivement dans le but de procurer au végétal l'énergie nécessaire à l'édification de ses tissus, puisque la prolifération cesse dès le début et que la cellule entre dans la période d'autophagie; la chaleur dégagée par le dédoublement du sucre en alcool et CO_2 s'ajoute à celle, très faible il est vrai, que fournissent les phénomènes de protéolyse, pour élever la température des cuves en fermentation.

IV. — LES PHÉNOMÈNES D'ASSIMILATION ET DE DÉASSIMILATION DANS LA CELLULE VIVANTE.

Jusqu'ici je n'ai envisagé, on l'a vu, que les phénomènes de digestion accomplis par la cellule vivante. Que devient l'alcool auquel semblent aboutir toutes les transformations diastoliques que la cellule aérobie imprime aux aliments ternaires? L'oxygène, je le répète, est nécessaire à son assimilation; or, le premier terme d'oxydation de l'alcool est l'aldéhyde. Rien n'est plus facile que de faire apparaître ce corps dans les milieux de culture où l'on fait germer des graines ou pousser des moisissures; il suffit d'immerger les unes et les autres pour voir se former d'abord l'alcool, puis l'aldéhyde sous l'influence d'une oxydation très ménagée et en l'absence de toute assimilation; mais, dans les conditions de vie normale, ce composé fait défaut; il disparaît à mesure qu'il se

forme, et, à partir de ce moment, on ne trouve plus de produits plus oxydés pouvant être considérés comme des intermédiaires entre l'alcool d'une part, l'eau et l'acide carbonique de l'autre.

Si l'aldéhyde participe intégralement à l'élaboration des substances vivantes, la composition élémentaire du mycélium très jeune, obtenu sur un milieu minéral ne renfermant que du sucre ou de l'alcool comme aliment carboné, devra être très voisine de celle de l'aldéhyde, décalcation faite de l'ammoniaque. L'analyse vérifie cette prévision et montre même que la cellule très jeune est moins riche en oxygène que l'aldéhyde, ce qui prouve que l'organisation de la substance vivante est accompagnée d'une réduction partielle de l'aldéhyde.

Si l'on détermine à ce moment la valeur du quotient respiratoire, on trouve qu'elle est notablement supérieure à 1; elle est comprise entre 1,2 et 1,3 chez l'*Eurotopsis*; ce résultat s'explique par la prédominance marquée de l'acide carbonique de fermentation, autrement dit de digestion. Mais, à mesure que les cultures vieillissent, la composition élémentaire du mycélium dénote un enrichissement graduel en oxygène, et, corrélativement, la valeur du quotient respiratoire baisse peu à peu et tend vers l'unité, si on le détermine d'après la totalité des échanges gazeux.

Les modifications que l'on observe dans les constituants de la cellule portent surtout sur les membranes celluloliques, qui s'épaississent en vieillissant, pendant que, d'un autre côté, leur proportion relative va en augmentant. Les substances celluloliques semblent donc résulter du travail de désassimilation des matières vivantes, ou, si l'on veut, d'un travail d'élaboration qui se fait aux dépens des éléments constituants des substances protoplasmiques. C'est là encore une interprétation qui est en désaccord avec l'opinion, universellement admise, qui fait dériver les celluloses d'un phénomène de polymérisation des sucres plus avancé que celui qui aboutit à l'amidon, dont les relations avec les sucres sont évidentes.

Ce qui m'autorise à insister sur cette question, qui mériterait d'être étudiée à fond, c'est ce fait que les moisissures, alimentées exclusivement avec de l'alcool, de l'acide lactique, et même de l'alcool méthylique, forment leurs membranes celluloliques aux dépens de substances qui ne peuvent pas se transformer directement en sucres. On ne conçoit pas que l'alcool, en particulier, puisse repasser à l'état de sucre pour redevenir assimilable, et, si les celluloses se forment aussi bien, sinon mieux, dans les milieux alcoolisés que dans les milieux sucrés, il faut admettre précisément que ces substances sont élaborées aux dépens des substances vivantes par voie d'oxydation.

Rien ne permet d'étendre ces conclusions aux végétaux supérieurs; mais je dois faire remarquer cependant que, si ces substances peuvent être considérées comme des produits de désassimilation des matières protoplasmiques par voie d'oxydation, on peut prévoir que le quotient respiratoire sera d'autant plus faible que leur proportion relative dans la masse du végétal sera plus élevée. Il suffit de rappeler, à ce sujet, que les recherches de MM. Bonnier et Mangin ont établi que le quotient respiratoire des végétaux supérieurs est notablement inférieur à l'unité. Cette contradiction dans la valeur du quotient respiratoire entre deux catégories de végétaux, les champignons et les végétaux supérieurs, nourris exclusivement de sucre et d'éléments minéraux, s'explique par ce fait que les premiers sont moins riches en celluloses que les seconds. On a le droit, par conséquent, d'opposer cette hypothèse à celle qui fait dériver les celluloses des sucres par voie de polymérisations, si l'on songe surtout que celle-ci repose sur une simple analogie de constitution élémentaire, et non sur des faits d'observation, si l'on ajoute, enfin, que l'hydrolyse des substances cellulosiques n'aboutit pas exclusivement à des hexoses.

Ces considérations nous conduisent peu à peu à une conception de l'assimilation et de la désassimilation dans les substances vivantes que j'ai déjà eu l'occasion de traduire de la façon suivante : « On peut concevoir que l'édifice moléculaire d'une substance vivante puisse ne jamais se créer de toutes pièces; la semence qui l'a héritée de ses ancêtres la transmettra à ses descendants. Quand la germination commence, c'est le travail d'entretien qui apparaît, de sorte que la vie semble se manifester d'abord par un processus de désassimilation qui donne naissance à de l'acide carbonique, de l'eau, des hydrates de carbone insolubles, des matières grasses, des résidus azotés, etc. Cette usure réduit l'édifice moléculaire initial, l'entame en quelque sorte de tous les côtés, et c'est pour réparer ces pertes que l'être vivant fait des emprunts incessants aux aliments dont il dispose; mais il ne les prend pas sous les formes où ils se présentent; il les prépare par un travail de digestion, les disloque, provoque des ruptures qui font naître des fonctions chimiques nouvelles, douées de grandes affinités qui leur permettent de se combiner à la molécule de substance vivante, de contre-balancer ses pertes, d'augmenter son poids. C'est dans ce dernier cas qu'il y a multiplication cellulaire. »

Si l'on met en regard de cette interprétation l'opinion que Claude Bernard a émise sur le même sujet, on s'aperçoit sans peine qu'elles sont identiques. Claude Bernard dit, en effet : « Nous n'assistons pas à la synthèse directe du protoplasma pri-

mitif, non plus qu'à aucune autre synthèse primitive dans l'organisme vivant. Nous constatons seulement le développement, l'accroissement de la matière vivante; mais il a toujours fallu qu'une sorte de levain vital ait été le point de départ. Au début du développement d'un être vivant quelconque, il y a un protoplasma préexistant qui vient des parents et siège dans l'œuf. Ce protoplasma s'accroît, se multiplie et engendre tous les protoplasmas de l'organisme. En un mot, de même que la vie de l'être nouveau n'est que la suite de la vie des êtres qui l'ont précédé, de même son protoplasma n'est que l'extension du protoplasma de ses ancêtres. C'est toujours le même protoplasma, c'est toujours le même être. Le protoplasma a la propriété de s'accroître par synthèse chimique; il se renouvelle à la suite d'une destruction organique. Ces deux propriétés constituent la vie du protoplasma. »

Nous sommes là dans le domaine des hypothèses, et il ne semble pas que ces notions doivent jamais en sortir.

Elles sont cependant accessibles à l'expérience par un certain côté. J'ai, d'ailleurs, dans tout le cours de cette discussion, laissé entrevoir que les faits indiquent plutôt que le travail d'oxydation dont les cellules aérobies sont le siège s'effectue aux dépens de la molécule de substance vivante même, et ne peut pas être assimilé à la combustion du charbon dans le foyer d'une machine.

Cette déduction résulte de l'absence totale de composés intermédiaires entre l'alcool, par exemple, et les produits de sa combustion totale, dans une cellule qui fonctionne normalement. Mais on peut les faire apparaître facilement, en particulier dans les champignons, où la combustion s'arrête à l'acide oxalique dès que les conditions de la vie deviennent difficiles. De même, chez les végétaux supérieurs, on trouve toujours des acides organiques, tels que l'acide oxalique, l'acide tartrique, l'acide malique, l'acide citrique, etc. Chacun des corps caractérise, suivant l'expression de M. Duclaux, autant de modes de respiration différents. Puisqu'ils se présentent, d'autre part, comme autant d'intermédiaires entre le sucre, d'un côté, l'eau et le gaz carbonique, de l'autre, l'étude du mécanisme de leur formation nous permettra de conclure entre la théorie de la combustion directe et celle de l'oxydation ménagée de la substance vivante.

J'ai entrepris cette étude avec la collaboration de M. A. Perrier, en prenant comme exemple la production d'acide citrique par les *Citromyces*, propriété particulière de certains *Penicillium* découverts par Wehmer.

Ces champignons, cultivés sur des milieux minéraux additionnés de sucre, forment des quantités relativement très élevées d'acide citrique.

Le tableau V résume les résultats fournis par une série de cultures faites sur du bouillon de haricot additionné de glucose en excès.

Chaque culture renfermait, au début, 100 centimètres cubes de bouillon, 11 gr. 627 de glucose et 22 milligrammes d'azote.

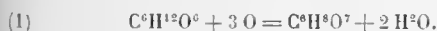
Il résulte des chiffres du tableau V que l'acide

TABLEAU V. — Production d'acide citrique aux dépens du sucre par les *Citromyces*.

DURÉE des cultures	POIDS du mycélium	SUCRE disparu	ACIDE CITRIQUE formé	AZOTE disparu	RENDEMENT acide citrique sucre
jours	gr.	gr.	gr.	mgr.	
14	0,722	2,138	traces	17,1	»
18	0,799	3,029	0,923	17,3	30,4
21	0,797	3,492	1,142	16,3	33,0
27	0,851	4,487	1,700	16,3	35,6
34	0,890	5,336	2,283	17,5	41,2
41	1,033	8,628	3,879	17,4	40,1
57	1,132	9,877	4,474	17,4	45,2

citrique apparaît quand la culture a atteint à peu près le maximum de son développement; à partir de ce moment, le poids de mycélium augmente peu, l'azote assimilé ne varie pas non plus; mais l'acide citrique va toujours en croissant pendant que le glucose diminue. Tout se passe donc, en apparence, comme si l'acide citrique se formait à partir du moment où l'azote assimilable du milieu est épuisé, et l'on peut, en effet, retarder ou avancer l'apparition de ce corps en faisant varier les doses d'azote.

Si l'acide citrique prend naissance par voie d'oxydation directe, l'équation suivante traduit le phénomène :

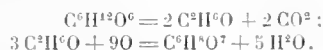


On peut supposer que cette transformation est l'œuvre d'une diastase oxydante sécrétée par le mycélium; mais il est impossible de l'isoler du champignon.

A cette équation, on peut en opposer une autre, plus conforme aux résultats acquis sur le mode d'assimilation du sucre. On a vu, en effet, que le sucre est dédoublé en alcool et acide carbonique, et que l'alcool seul est incorporé à la substance vivante après une oxydation préalable. Les *Citromyces* n'agissent pas autrement sur le sucre, car ils produisent de l'alcool lorsqu'on les prive d'air et se montrent capables d'assimiler directement l'alcool offert en nature. On peut donc admettre que l'acide citrique se forme par un processus de désassimilation de la substance vivante, parce que la combustion s'arrête à ce terme lorsque le milieu ne renferme plus d'azote assimilable, pendant que le sucre est encore abondant. Le mycélium continue

de proliférer lentement dans ces conditions; les cellules jeunes empruntent leur azote aux cellules âgées, et c'est ce travail de protéolyse qui provoque la mise en liberté des groupements ternaires combinés à l'azote, au nombre desquels se trouve l'acide citrique.

Les équations suivantes rendent compte de ce processus :



En ajoutant 6 CO² à chacun des membres de la dernière équation après les avoir doublés, on peut, en remontant au sucre, la mettre sous la forme suivante, qui permet de la comparer plus facilement à l'équation (1) :



L'équation (1) prévoit un rendement de 106 environ d'acide citrique pour 100 de sucre disparu; l'équation (2) un rendement de 70 % environ.

Les résultats consignés au tableau VI ne permettent pas de faire le calcul du rendement d'une manière exacte, car on ne peut pas établir le départ entre le sucre qui a servi à construire et à nourrir le champignon, et celui qui a été transformé en acide citrique. Mais il suffit de retrancher le sucre consommé par une culture quelconque de celui qui a disparu dans la culture suivante, de faire également la différence des poids d'acide citrique correspondants, pour éliminer, en partie, l'influence du sucre absorbé par le mycélium sur le calcul du rendement.

On obtient de cette façon les rendements consignés au tableau VI.

TABLEAU VI. — Rendement en acide citrique du sucre consommé par les *Citromyces*.

DURÉE des cultures	POIDS du mycélium	DIFFÉRENCES en sucre consommé d'une culture à la suivante	DIFFÉRENCES des quantités d'acide citrique produit	RENDEMENT
jours	gr.	gr.	gr.	
18	0,799	»	»	»
21	0,797	0,463	0,249	47,0
27	0,851	0,995	0,558	56,0
34	0,890	1,049	0,583	55,5
47	1,033	3,092	0,576	50,9
57	1,132	1,240	0,615	49,2

Ces chiffres, comme l'on voit, sont plutôt d'accord avec les indications tirées de l'équation (2); si les rendements avaient été supérieurs à 70 %, on aurait dû admettre la transformation traduite par l'équation (1).

L'équation (2) nous permet de prévoir que les *Citromyces* produiront de l'acide citrique aux dépens de toutes les substances ternaires qu'ils sont

capables d'assimiler, à condition, toutefois, qu'elles constituent des aliments supérieurs à l'acide citrique, car les *Citromyces* se développent très bien aux dépens de l'acide citrique. Parmi les substances ternaires capables de nourrir ces champignons, on peut citer : les acides oxalique, tartrique, malique, succinique, lactique, la glycérine, l'alcool éthylique, etc.

Les acides organiques se sont montrés incapables de favoriser la production d'acide citrique; mais il n'en est pas de même de la glycérine et de l'alcool.

La glycérine donne des rendements comparables au glucose; l'acide citrique qui en dérive n'est donc pas seulement le résultat d'une oxydation; c'est, en outre, un produit de synthèse.

L'alcool produit également des quantités assez élevées d'acide citrique; le tableau VII reproduit quelques-uns des chiffres que nous avons obtenus :

TABLEAU VII. — Production d'acide citrique aux dépens de l'alcool par les *Citromyces*.

	POIDS du mycélium	ALCOOL restant	ACIDE CITRIQUE formé
	gr.	gr.	gr.
Cultures sur milieu alcoolisé	2,781	1,8	0,279
Culture témoin n'ayant pas reçu d'alcool.	3,463	6,0	0,267
	1,936	»	»

Ces cultures n'avaient pas été additionnées de carbonate de calcium; celles qui avaient reçu de l'alcool étaient très acides, la culture témoin présentait une réaction alcaline.

Ces résultats sont d'accord avec l'équation (2); et il devient, dès lors, évident que la formation d'acide citrique ne saurait être attribuée à une action diastasique simple, susceptible d'être reproduite *in vitro*, puisque la diastase devrait transformer des composés aussi différents que le sucre, la glycérine et l'alcool.

Pour montrer que l'acide citrique est le résultat d'un phénomène de protéolyse s'exerçant sur les substances protoplasmiques qui renferment les groupements générateurs de l'acide citrique, il suffit de priver d'air une culture bien développée, au moment où ce composé n'a pas encore fait son apparition; on obtient, dans ces conditions, des quantités sensibles d'acide citrique; on ne saurait en obtenir de grandes quantités, puisque les groupements générateurs ne peuvent pas se reformer à l'abri de l'air.

L'acide citrique doit donc être considéré comme un produit de désassimilation se formant seulement dans les milieux riches en sucre ou en substances ternaires alimentaires, comme la glycérine et l'alcool, au moment où ces milieux ne renferment

plus d'azote assimilable. Ces aliments sont d'abord assimilés, c'est-à-dire incorporés à la substance vivante suivant le processus que j'ai développé au sujet de l'alimentation de l'*Eurotiosis* et des végétaux supérieurs; ils sont alors oxydés sur les substances protoplasmiques mêmes et transformés progressivement en eau et acide carbonique, si l'alimentation est normale, ou, au contraire, en acides organiques, si les aliments azotés viennent à faire défaut, ou si ces conditions de milieu deviennent défavorables.

Les acides, si répandus dans les végétaux supérieurs, se forment probablement suivant le même mécanisme; là, en effet, les conditions qui favorisent leur mise en liberté constituent pour ainsi dire la règle. Les végétaux à chlorophylle assurent régulièrement leur alimentation hydrocarbonée; mais leur alimentation minérale, en particulier leur alimentation azotée, dépend d'un certain nombre de conditions extérieures sur lesquelles elles n'ont aucun pouvoir; et c'est pour cela que l'acidité des sucres de certains végétaux varie d'un instant à l'autre.

Je dois faire remarquer maintenant qu'à côté de ces phénomènes d'oxydation, qui portent directement sur les substances protoplasmiques, il y en a d'autres qui relèvent d'une fixation directe d'oxygène : telles sont, par exemple, la transformation des matières grasses en sucres, la formation d'acide acétique aux dépens de l'alcool; mais ces phénomènes doivent être considérés comme des actes de digestion.

V. — RÉSUMÉ DES CONCLUSIONS.

Les conclusions suivantes ressortent de cette révision rapide des théories de l'alimentation minérale et hydrocarbonée de la cellule vivante :

1° Les végétaux supérieurs, les champignons et les bactéries sont capables, pour la plupart, d'emprunter leurs éléments constitutifs à des aliments minéraux, à condition qu'on leur offre une substance ternaire capable de fournir le carbone en même temps que l'énergie nécessaire aux manifestations de la vie de la cellule;

2° Cette substance ternaire elle-même ne passe pas directement, et sans dissociation de sa molécule, de la solution dans la plante; elle est, en réalité, décomposée par les micro-organismes, et ce sont ses éléments minéraux qui, au fur et à mesure que la fermentation par les micro-organismes les met en liberté, passent de la solution dans la racine du végétal supérieur.

Les végétaux à chlorophylle peuvent naturellement se passer de tout aliment organique; mais ils absorbent les aliments carbonés introduits dans les

solutions minérales et les assimilent au même titre que ceux qui résultent de la synthèse chlorophyllienne;

3° Les processus d'assimilation des sucres sont les mêmes dans toute l'étendue du règne végétal; les produits de fermentation sont des produits de digestion; ils nous indiquent que les modes de digestion des sucres que la cellule vivante met en œuvre sont relativement peu nombreux. Les cellules anaérobies réalisent simultanément plusieurs de ces processus; chez les cellules aérobies, c'est la digestion alcoolique qui prédomine, et peut-être même se manifeste-t-elle à l'exclusion de toutes les autres;

4° Les phénomènes de combustion respiratoire portent sur les substances vivantes, de sorte que les portions assimilables des aliments hydrocar-

bonés font partie intégrante des matières protoplasmiques et en sortent à l'état de produits oxydés, tels que l'acide carbonique, l'eau ou les acides organiques, suivant les conditions de vie imposées à la cellule.

On peut se demander jusqu'à quel point ces résultats peuvent s'appliquer à la cellule animale; M. Duclaux n'a pas hésité à proclamer que celle-ci ne fait pas exception à la règle générale; mais, avant d'aborder ce sujet, je passerai quelque jour en revue les théories qui ont cours sur l'alimentation azotée de la cellule vivante.

Pierre Mazé,

Docteur ès sciences,
Ingénieur agronome,
Chef du Laboratoire de Chimie agricole
à l'Institut Pasteur.

LA MORPHOGÉNIE OSSEUSE

EXPLIQUÉE PAR L'ANATOMIE PATHOLOGIQUE

Déjà, sous l'influence de l'hérédité, le squelette du fœtus revêt une forme générale préadaptée aux fonctions motrices qu'il aura plus tard. Sans nous occuper de savoir comment s'explique la transmission héréditaire, notons que la forme des os n'est encore qu'ébauchée: ils sont lisses et unis; on n'y voit pas les mille détails, saillies et creux, qui s'y marqueront par la suite; parmi les apophyses, seules les plus volumineuses, l'olécrane, le trochanter, etc., sont déjà constituées¹.

Quand les mouvements s'établissent chez l'enfant, on voit apparaître et se développer lentement les saillies et les creux qui caractérisent les os adultes. Il semble bien que ces transformations soient dues à l'action des organes et principalement des muscles;

¹ En effet, les os n'ont pas encore subi l'empreinte des organes voisins, ni été influencés par les muscles, dont les mouvements sont alors faibles et la tonicité médiocre. Pourtant, dans certaines maladies fœtales, on peut observer déjà l'action des muscles sur la forme des os. Ainsi, chez l'achondroplase, les muscles plus épais agissent profondément sur les os des membres, qui sont courts et gros; le fémur, au lieu d'être ovale et lisse, a une crête postérieure saillante et des surfaces latérales excavées; de même les tibias, les humérus, etc.

Dans le rachitisme fœtal, l'os, devenu mou, résiste moins à l'action musculaire, qui déjà le courbe, l'aplatit et fait saillir sa ligne âpre (voir Musée Dupuytren, n° 513). Enfin, sur un fœtus atteint de luxation congénitale (739, c. M. Dupuytren), j'ai trouvé des fémurs aplatis suivant leur diamètre transverse et avec une crête postérieure. A l'examen radiographique, la substance compacte était plus épaisse en dehors, et le canal médullaire porté en dedans; ici on doit invoquer la contracture musculaire, que bien des auteurs regardent comme la cause même de la luxation.

pourtant, certains veulent y voir la force héréditaire qui continuerait à agir après la naissance.

Mais l'action des organes est incontestable quand les modifications osseuses sont consécutives à des changements dans la statique et les mouvements. Tel, entre mille, l'exemple du vieillard édenté chez qui la mandibule se transforme, ce qui prouve, de plus, la constante malléabilité de l'os même à un âge avancé. On trouverait d'autres preuves dans les *modifications osseuses professionnelles*; elles ont été malheureusement peu étudiées.

Les *expériences de vivisection* offrent aussi des exemples précis et indéniables de cette action des organes sur les os. Le physiologiste, en détruisant intentionnellement certains muscles, certains nerfs ou certains organes, voit par suite les os se modifier. Nombre de chercheurs, entre autres Fick, Gudden, mon maître le Professeur Marey, et récemment son élève Anthony, ont suivi cette voie; mais de telles recherches sont délicates, demandent beaucoup de temps et sont souvent d'une interprétation difficile.

Les *maladies, enfin*, comme l'a autrefois indiqué Jules Guérin¹, réalisent spontanément de véritables expériences, qui ont une valeur aussi grande que celles des physiologistes. Tout récemment, les travaux de Julius Wolff² ont définitivement établi cette valeur en démontrant:

¹ JULES GUÉRIN: *Essai de Physiologie générale*, 1868, p. 7.

² JULIUS WOLFF: *Das Gesetz der Transformation der Kno-*

Que les changements dans la forme et la structure des os consécutifs à une maladie osseuse sont dus, non à la maladie elle-même, mais aux modifications motrices qu'elle occasionne ;

Que ces changements se montrent dans le cours de la maladie et non, comme certains l'ont prétendu, seulement à la convalescence ;

Qu'enfin il suffit de rendre aux membres malades leur fonctionnement normal pour voir les os reprendre leur forme et leur structure normales.

Les pièces conservées dans nos musées constituent donc des documents d'extrême importance pour quiconque étudie les problèmes de morphogénie osseuse. Leur multitude nous offre, de plus, une richesse de faits incomparable. Sans doute, on peut objecter qu'en bien des cas il est difficile de saisir la cause mécanique des déformations. Mais, en d'autres cas, cette cause apparaît évidente ; ici, comme en toute science d'observation, il faut savoir choisir. Pour cela, il est nécessaire d'étudier patiemment, d'analyser tous les faits, et enfin de les comparer. C'est à quoi peu d'anatomistes se résolvent ; mais, sitôt qu'ils ont un squelette ou quelque os pathologique qui les étonne, ils l'étudient isolément avec détails et se lancent dans des considérations générales qui, n'ayant pas d'autre fondement, ont, par suite, grande chance d'être fausses.

Depuis douze ans, je me suis livré à cette passionnante étude, analysant un à un les faits en des monographies spéciales qui ont paru dans les recueils des Sociétés d'Anthropologie, de Biologie et surtout Anatomique. Aussi leur ensemble me permet-il, aujourd'hui, d'entrevoir quelques vérités générales que je veux exposer ici.

J'étudierai successivement l'action des organes mous sur les os, puis celle des muscles, qui est plus complexe.

I. — ACTION DES ORGANES EN CONTACT AVEC L'OS.

Par quel mécanisme les glandes submaxillaire et sublinguale se creusent-elles chacune une fosse à la face interne de la mandibule, les vaisseaux faciaux forment-ils un sillon sur le bord inférieur de cet os, la veine frontale creuse-t-elle parfois un lit sur la face externe de l'os frontal, les vaisseaux et nerfs intercostaux s'impriment-ils sur les côtes, les circonvolutions cérébrales sur l'endocrane, etc. ?

chen. Berlin, I, 1872. — J. WOLFF : *La théorie de la pathogénie fonctionnelle des déformations*, trad. par le D^r Billaut. Paris, 1897. — J. WOLFF : *Forme et fonction, leur rapport réciproque dans l'organisme*, trad. par Tavel. Paris, 1901.

¹ De même, certaines tumeurs bénignes peuvent déprimer l'os sans le détruire, comme font les cancers et anévrismes. Le n^o 442 du Musée Dupuytren en est un bon exemple. — Il semble que même le tissu cellulo-adipeux lâche puisse, en certaines circonstances, déprimer l'os ; ainsi s'expliquerait la formation de certains creux, comme le creux poplité.

Quelques auteurs admettent que *le simple contact de l'organe* sur l'os suffit à les produire, en constituant un obstacle à la formation du tissu osseux, tandis qu'à la périphérie l'os se forme librement en bord épais. Le D^r Papillault, notamment, explique ainsi la formation des empreintes des circonvolutions sur l'endocrane¹. Une pareille théorie s'appliquerait fort bien à l'insertion du muscle des Mollusques sur la coquille, qui offre une dépression pour le recevoir, car la sécrétion de substance calcaire se faisant autour du muscle a exhaussé la surface libre.

Bien différente est la formation de l'os par le périoste. Tout organe en contact avec le périoste est séparé de sa couche profonde, qui seule forme l'os, par sa couche fibreuse superficielle. Il ne peut donc agir à travers celle-ci par simple contact ; il faut qu'il la comprime.

Prenons pour exemple les *empreintes des circonvolutions* sur la surface interne du crâne ; elles sont dues à la pression du cerveau, organe vasculaire et expansible enfermé dans une boîte crânienne rigide. A la base du crâne, le poids du cerveau ajoute son action ; aussi les circonvolutions y sont-elles plus profondément marquées. S'il se produit des changements dans l'équilibre statique du cerveau : cyphose, scolioses, torticolis, les empreintes des circonvolutions marquent davantage sur les parties déclives. A l'opposé, si une partie ou la totalité de l'encéphale ne se développe pas, les reliefs et les creux correspondants ne se formeront pas sur la surface interne du crâne. Geoffroy Saint-Hilaire l'avait déjà observé : « Quand, dit-il, les masses encéphaliques, sans manquer entièrement, n'arrivent pas à leur développement ordinaire, les os en éprouvent une moindre poussée et des parties rondes apparaissent en remplacement des surfaces aplaties. »

Mais d'autres facteurs que la pression du cerveau influent sur le résultat. Il faut tenir compte de la résistance des différents tissus qui l'enveloppent.

Tout d'abord, *la dure-mère*, qui joue le rôle de périoste interne. Est-elle pathologiquement irritée, elle amène une prolifération osseuse aux points non comprimés par les circonvolutions, d'où la formation de crêtes minces, à base étroite, à bord frangé, bien différentes des saillies normales qui ont une large base et un sommet mousse et régulier. Dans les cas de pachyméningite, au contraire, les circonvolutions sont aussi altérées et ne compriment plus la dure-mère ; la prolifération osseuse est uniforme, saillies et creux disparaissent : j'ai pu observer de nombreux crânes ainsi déformés

¹ D^r PAPILLAUT : *Mémoire de la Soc. d'Anthropol.* Paris, t. II, 3^e série, 1 fascicule, 1896, p. 106.

au Musée de la Société d'Anthropologie, et à celui de M. Bourneville, à Bicêtre.

Dans le rachitisme, les circonvolutions arrivent à détruire l'os (craniotabès). Bien qu'on l'ait contesté, ces perforations sont dues à la pression des circonvolutions, qui empêche la dure-mère, dont la nutrition est alanguie, de former de la substance osseuse : car elles se produisent du côté où la tête s'incline, c'est-à-dire où le cerveau pèse le plus sur la paroi crânienne, et les bords de la perforation reproduisent les moindres détails des circonvolutions.

Plus la paroi osseuse est résistante, plus la dure-mère est comprimée contre elle par la pression cérébrale, et plus les empreintes sont accentuées ; c'est ainsi que lorsque, dans une région, les sutures sont prématurément soudées, et que le cerveau ne trouve pas ailleurs un développement compensateur suffisant, les empreintes des circonvolutions seront plus marquées. Sur certains crânes scaphocéphales (comme celui de Jean Rodière à la Société d'Anthropologie), le cerveau comprimé transversalement forme des empreintes profondes sur les os pariétaux.

Il faut enfin tenir compte de l'état des organes *sus-jacents*, comme les aponévroses et les muscles, qui contribuent à augmenter la résistance de l'os. Ainsi, M. Anthony¹ a vu qu'en réséquant le muscle temporal chez un jeune chien, l'os pariétal correspondant résistait moins à la poussée du cerveau : il bombait plus en dehors, et les empreintes des circonvolutions étaient moins marquées.

On voit, par ces exemples, combien de facteurs influent sur ce fait, en apparence si simple, de l'impression des circonvolutions sur l'endocrâne.

Les sinus veineux de la dure-mère et les sillons formés par les artères méningées, étant situés entre l'os et la dure-mère, se creusent par un mécanisme différent des empreintes. Ici, le vaisseau creuse directement son lit dans l'os. Il faut, par conséquent, tenir compte :

1^o D'une part, du volume des vaisseaux. Les artères méningées étant plus volumineuses à gauche, leurs sillons sont plus marqués de ce côté². Et, dans la scoliose, la circulation se fait mal du côté déclive, les veines se gonflent et les sinus veineux sont, en général, plus volumineux de ce côté ; la fosse jugulaire, notamment, est énorme³ ;

2^o De l'autre, de la résistance de l'os, qui ici est directe. Chez les vieillards, les sillons des artères méningées sont plus volumineux, et parfois les

granulations de Pacchioni arrivent à perforer l'os.

II. — ACTION DES MUSCLES SUR LES OS.

Par quel mécanisme l'insertion des muscles aux os s'effectue-t-elle tantôt sur des saillies, tantôt dans des creux ? Parmi les théories qui ont été émises, certaines doivent être tout d'abord écartées. Celle de la *lutte entre les tissus* a été soutenue par Fick, et dernièrement par M. Papillault⁴ : il s'agirait d'une lutte entre les muscles, d'une part, et l'os, de l'autre, avec intervention des phagocytes. Une objection de fait⁵ suffit à la ruiner : le muscle ne peut lutter avec l'os, car il n'est jamais en contact direct avec lui ; il s'insère toujours à ce dernier par l'intermédiaire du tissu tendineux, celui-ci fût-il microscopique. Or, le tissu tendineux est très faiblement vascularisé, et, par suite, d'une vitalité toujours inférieure à celle du périoste : il serait constamment vaincu s'il y avait lutte.

D'après une autre théorie, les os adaptent leur forme aux *besoins d'insertion des muscles*. Ainsi les besoins d'un muscle tibial postérieur très volumineux amèneraient, pour M. Manouvrier, l'excavation de sa surface d'insertion sur le tibia aplati des races préhistoriques⁶ ; ceux du muscle vaste externe donneraient, pour le même auteur, la saillie du pilastre fémoral, et ceux des muscles temporaux la crête sagittale⁴. De même, pour Wilmart⁵, tous les muscles qui creusent les os le font dans le but d'étendre le plus possible la surface à utiliser pour leur insertion.

Sans doute, il existe un rapport entre l'excavation osseuse et la puissance du muscle, comme l'avaient déjà signalé les anciens anatomistes et notamment Cruveilhier⁶.

Mais il n'est pas nécessaire, pour l'expliquer, d'invoquer la théorie des causes finales, qui est aujourd'hui à juste titre complètement abandonnée. La théorie bio-mécanique, au contraire, est généralement admise pour expliquer toutes les formes

¹ PAPILLAULT : Essai sur les modifications fonctionnelles du squelette. *Revue de l'Ecole d'Anthropol.*, Paris, 1901, p. 65.

² J'ai développé cette objection dans le *Bull. de la Soc. d'Anthropol.*, 1901, p. 165.

³ V. notamment MANOUVRIER : Remarques sur le changement de la forme des os, et en particulier sur la platycnémie, d'après un travail de M. Hirsch. *Archiv. d'Anat. normale et patholog.*, 1896, p. 522-4. Cette théorie y est clairement résumée.

⁴ *Bull. de la Société d'Anthropol.*, 5 février 1903, p. 136.

⁵ WILMART : Les contributions à l'étude de la configuration extérieure des os longs et des os larges. *Journ. de Méd. et de Chir.* Bruxelles, 1894, p. 613-20.

⁶ CRUVEILHIER et MARC SFE : *Anat. descript.* Paris, Asselin, édit., 1877. Myologie, p. 750. Cruveilhier dit que l'excavation du muscle tibial antérieur est proportionnée à la force de ce muscle.

¹ *Bull. de la Soc. d'Anthropol.* Paris, 1902.

² DANILLO : *Bull. de la Soc. d'Anthropol.* Paris, 1883, p. 144.

³ Voir pour plus de détails le D^r FÉLIX REGNAULT : *Bull. de la Soc. anat.* Paris, 1903, p. 326.

organiques; elle nous a déjà expliqué l'action des organes mous sur les os.

Si elle a rencontré de nombreuses oppositions en ce qui concerne l'action des muscles sur les os, c'est que les premiers partisans l'ont envisagée d'une façon simpliste; pour eux, les muscles formaient une saillie osseuse lorsqu'ils tiraient et une dépression lorsqu'ils pressaient sur le périoste. Le problème est, en réalité, plus complexe¹. Un grand nombre de facteurs interviennent; nous les examinerons séparément dans la formation des saillies et des creux osseux.

§ 1. — Mécanisme de formation des saillies osseuses à l'insertion tendineuse des muscles².

Les muscles s'insèrent sur l'os, tantôt directement, tantôt par l'intermédiaire d'un tendon. Or, pour quelles causes se forme-t-il souvent, en ce dernier cas, une saillie osseuse, alors que celle-ci n'existe pas en cas d'insertion directe?

Le périoste et le tissu tendineux contribuent à la fois à former la saillie. Le tissu tendineux peut, en effet, s'ossifier au même titre que le périoste, avec lequel il confond ses fibres et même qu'il traverse pour se continuer dans l'os. On voit les tendons des ailes et des pattes s'ossifier chez les vieux oiseaux, et un os sésamoïde se former à l'endroit où le tendon est comprimé par sa réflexion sur l'os.

Mais la traction continue du muscle sous l'influence de sa tonicité joue le rôle d'excitant vis-à-vis du tissu périoste-tendineux; elle ne se borne pas à déterminer la direction de l'apophyse, comme l'admettent quelques auteurs: elle en cause la formation. En effet, lorsque le muscle est relâché, la saillie osseuse diminue et s'efface; s'il est contracturé, au contraire, elle augmente. Tel est le cas du torticolis: s'il est dû à une contracture ancienne du sterno-mastoïdien, l'apophyse mastoïde s'allonge; s'il s'agit d'un torticolis osseux, au contraire, les muscles du côté incliné se relâchent et s'atrophient, l'apophyse mastoïde du même côté est moins saillante, la substance osseuse y est amincie, translucide et laisse voir les cellules qu'elle contient.

De même, dans le spondylolisthésis des accoucheurs ou glissement en avant de la cinquième ver-

tèbre lombaire, l'apophyse épineuse s'allonge démesurément sous l'influence de la traction continue des muscles et des ligaments qui s'y insèrent; on pourrait citer bien d'autres exemples.

On peut, à la simple vue d'une saillie osseuse de grosseur anormale, déterminer la part de ces deux facteurs et savoir si sa formation est due à l'action de muscles exceptionnellement vigoureux ou à une irritation inflammatoire du tissu tendineux³. Dans le premier cas, la saillie est large, à base épaisse, à sommet mousse: telles sont les saillies qu'on observe sur les squelettes de nains achondroplases ou encore de sujets acromégales très vigoureux. Dans le second, au contraire, elle se présente sous forme de longue épine, mince, à sommet appointi: l'ostéite épiphysaire multiple en montre surtout un bon exemple.

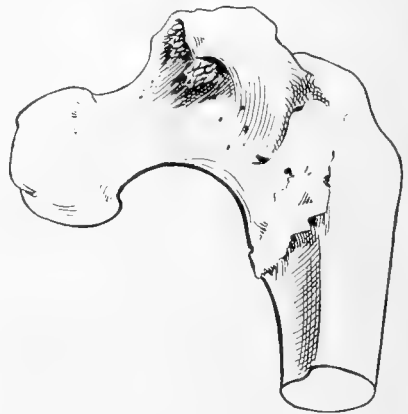


Fig. 1. — Fracture consolidée de l'extrémité supérieure du fémur (n° 503, nouv. musée Dupuytren). — Les muscles obturateurs s'insèrent à l'os par une saillie.

D'autres causes interviennent dans le développement de la saillie à l'insertion du tendon.

Tout d'abord, d'autres muscles ou aponévroses sus-jacents peuvent comprimer et aplatir l'apophyse: ainsi agit le muscle deltoïde pour les tendons des muscles sus-, sous-épineux et scapulaire, qui s'insèrent à deux tubérosités humérales aplaties.

En second lieu, la saillie se forme d'autant plus sûrement que la traction est moins oblique par rapport au plan de l'os.

L'insertion tendineuse d'un muscle ne s'accompagne pas de saillie osseuse quand le tendon s'insère parallèlement à l'os, comme les tendons de la patte d'oie et des fléchisseurs des doigts.

Enfin, en certains cas exceptionnels, le tendon

¹ J'ai déjà montré cette complexité dans les *Bull. de la Soc. d'Anthropol.* Paris, 1901, p. 615.

² Les ligaments peuvent aussi former à leur insertion des saillies osseuses, bien que ces saillies paraissent plus rares que pour les tendons. Elles dépendent du degré de tension; ainsi le ligament latéral interne du genou, qui, à l'état normal, s'insère au tibia sur une surface osseuse, y forme une épine quand il est étiré dans le genu valgum. On peut rapprocher de ce fait l'ossification des ligaments vertébraux communs inférieurs chez le cheval soumis à des charges trop fortes.

³ J'ai pu comparer deux squelettes d'acromégales: l'un, provenant d'un sujet très vigoureux, avait des saillies très marquées, mais épaisses, régulières, à large base; l'autre, ayant appartenu à un acromégale sans aucune force, mais dont le périoste avait été irrité, présentait des saillies osseuses nombreuses, mais minces, à base étroite, déchiquetées. — FÉLIX REGNAULT: Deux squelettes d'acromégales, *Bull. de la Soc. anat.*, Paris, 1901, p. 476.

ne forme pas d'apophyse, bien qu'il s'insère perpendiculairement à l'os. Ainsi, les deux tendons des muscles obturateurs externe et interne s'insèrent dans la cavité digitale. Ils sont environnés par un tissu cellulo-adipeux lâche¹, et peut-être la présence de ce tissu est-elle la cause à la fois de la formation de la cavité et de la non-ossification du tendon à son insertion. Mais cette dernière peut toujours se produire sous l'influence d'une irritation intense, et j'ai ainsi observé la présence d'épines osseuses à l'insertion des muscles obturateurs sur une pièce d'ancienne fracture de l'extrémité supérieure du fémur consolidée avec cal exubérant (N° 505, nouveau Musée Dupuytren) (fig. 1).

Ces quelques exemples nous montrent la complexité des faits; nous sommes loin de l'explication simpliste donnée par les premiers auteurs.

§ 2. — Mécanisme de formation des dépressions osseuses d'insertion musculaire.

Quand le muscle s'insère directement sur l'os, la surface d'insertion est souvent excavée. Si l'on pratique une coupe de l'os, on voit alors que la substance compacte est mince dans la dépression formée par le muscle et épaisse sur les bords saillants.

Pour comprendre l'action mécanique du muscle, il faut examiner successivement deux cas, suivant que l'insertion musculaire est perpendiculaire ou oblique par rapport à l'os.

1. *Elle est perpendiculaire à l'os.* — Il existe souvent une légère dépression, une empreinte ou même une cupule avec rebords saillants: telle est la fossette digastrique à la mandibule².

Comment ne se produit-il pas une saillie, comme pour l'insertion d'un tendon, puisque le muscle exerce une traction sur le périoste? Cette contradiction, qui a porté certains anatomistes à rejeter la théorie bio-mécanique, n'est pourtant qu'apparente; en effet:

¹ De même certains ligaments, comme le ligament rond, le ligament interosseux astragalo-calcanien, sont environnés de paquets cellulo-graisseux, et s'insèrent dans des dépressions osseuses, alors qu'autour les surfaces articulaires font saillie. Quant aux ligaments croisés, ils ne s'insèrent pas aux épines du tibia, mais à deux dépressions en avant et en arrière. Les épines n'offrent pas d'insertion à leur sommet: leur formation est due à une cause encore mal définie.

² Parfois, la surface d'insertion semble profondément excavée, parce que les surfaces osseuses voisines font saillie sous l'influence d'autres tendons ou ligaments. Ainsi, pour juger de la valeur du creux d'insertion du muscle masseter profond au bord inférieur de l'apophyse zygomatique, il faut tenir compte: en avant, de la saillie du bord inférieur de l'os malaire où s'insère le masseter superficiel, et en arrière du tubercule zygomatique antérieur. L'insertion au fond d'une cavité n'est souvent alors qu'une apparence.

En premier lieu, quand le muscle se termine par un tendon, chaque fibre tendineuse réunit plusieurs fibres musculaires. Par suite, la force de traction se condense sur une surface osseuse restreinte; elle est d'autant plus efficace.

Quand, au contraire, l'insertion musculaire se fait directement à l'os, chaque fibre rouge s'insère à l'os au moyen d'un tendon microscopique; la traction reste donc répartie sur une large surface et est, par suite, plus faible.

En second lieu, la gaine aponévrotique joue un rôle important, dont aucun auteur, à ma connaissance, n'a jusqu'à présent tenu compte. Celle-ci produit une traction d'autant plus forte à son insertion osseuse qu'elle est plus distendue par un muscle que gonfle sa tonicité: par suite, le pourtour de l'insertion musculaire apparaît surélevé, et l'os y est épaissi.

2. *Elle est fortement oblique par rapport à l'os.* — La dépression est bien plus marquée que précédemment¹; telles sont: l'excavation que creuse le muscle tibial antérieur à son insertion au tibia, les cannelures du péroné où s'insèrent les muscles péroniers latéraux, etc. En effet, le muscle est alors contenu dans une loge formée d'un côté par la surface de l'os, de l'autre par son aponévrose; en se gonflant, il comprime la surface osseuse et tend l'aponévrose.

Plus la tonicité du muscle est forte, plus son gonflement est accentué et plus sa surface d'insertion est excavée². Au contraire, s'il est tendu, la dépression est moins profonde. Au seul examen d'un os, on peut reconnaître l'état de tonicité ou de tension des muscles qui s'y insèrent directement³.

Quant à la puissance du muscle, elle dépend du nombre de fibres musculaires qui le composent, et par suite de l'étendue de la surface d'insertion. Quand le muscle a été détruit, ou est congénitalement absent, une surface plane remplace la dépression.

Il n'est donc nullement nécessaire d'invoquer une cause finale pour comprendre le rapport qui existe entre le muscle et sa surface d'insertion.

¹ J'ai indiqué cette action dans le *Bull. de la Soc. d'Anthropol.*, Paris, 1901, p. 615. Elle a été adoptée par le D^r Anthony: *Idem.*, 1903, p. 126.

² Quant aux contractions du muscle, elles n'exercent qu'une action intermittente, et sont, par suite, peu efficaces.

³ La tension du tendon suffit à former une gouttière, même s'il est parallèle à l'os: telle la gouttière des fléchisseurs des doigts aux phalanges. La dépression est plus accentuée quand il y a réflexion du tendon sur la surface osseuse. De même, les muscles qui se réfléchissent sur l'os le creusent plus profondément: tels les muscles iliaques et obturateurs au bassin.

III. — FORME GÉNÉRALE DES OS.

Les muscles participent aussi à la forme générale des os, surtout par l'intermédiaire des aponévroses intermusculaires qu'ils tendent.

Ainsi, la *crête sagittale*, qui a l'aspect d'un cimier sur le crâne de certains animaux (gorille, carnassiers), ne se forme qu'après la naissance¹, au moment où les deux muscles temporaux, augmentant leur surface d'insertion, arrivent à joindre leurs aponévroses d'enveloppe. Cette crête osseuse ne s'est pas formée, comme on l'a dit, dans le but d'accroître la surface d'insertion du muscle, qui ne pouvait plus s'étendre au delà; mais la tension des aponévroses d'enveloppe devenues communes a provoqué leur transformation en tissu osseux.

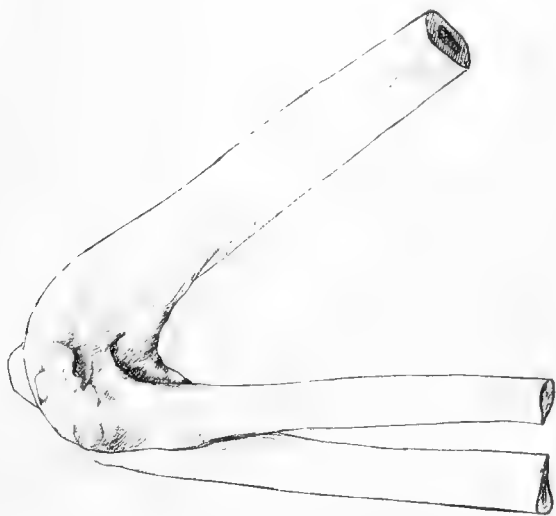


Fig. 2. — Ankylose en flexion du coude avec pronation de l'avant-bras. (N^o 713, musée Dupuytren.) — Le cubitus a pris la forme d'un triangle isocèle à sommet supérieur.

Même observation pour la crête occipitale qui se forme quand les muscles temporaux prennent contact avec ceux de la nuque.

La forme de l'os dépend aussi du sens de la traction des aponévroses. Ainsi, à l'état normal, le *cubitus* présente un bord externe où s'insère l'aponévrose interosseuse de l'avant-bras. Que, sous une cause quelconque, l'avant-bras reste constamment en pronation, le bord externe, attiré en haut par l'aponévrose, devient supérieur, et le cubitus prend l'aspect d'un triangle isocèle à sommet supérieur² (fig. 2). Si la pronation est au maximum, le bord devient interne.

¹ Au contraire, le bréchet des oiseaux existe à la naissance, car déjà les muscles pectoraux sont contigus. On a eu tort, à mon avis, d'attribuer cette différence à ce que le bréchet est un caractère fixé depuis longtemps, alors que la crête sagittale est un caractère en voie de formation.

² Voir pour plus de détails : D^r F. REGNAULT : *Bull. Soc. Anat.*, Paris, 1900, p. 243.

IV. — ACTION INDIRECTE DES MUSCLES :
INCURVATION DES OS LONGS.

On sait qu'outre leur action directe, les muscles exercent sur les os une action indirecte, en maintenant par leur tonicité le contact entre les articulations. La pression qui en résulte sur les surfaces articulaires détermine l'augmentation de volume des extrémités osseuses et la forme spéciale à chaque articulation, forme qui est adaptée au genre de mouvement qu'elle fournit. On sait également que cette pression détermine l'épaisseur, la forme et la direction des trabécules osseuses, qui s'édifient de manière à donner le maximum de résistance: que, sous l'influence d'une maladie, les pressions sur l'os se modifient, les trabécules changent leur disposition et favorisent la résistance. Enfin, la pression exercée sur les surfaces articulaires incurve les os longs. Cette incurvation, qui existe déjà sur les os sains, se produit au maximum dans le rachitisme et les maladies qui diminuent la résistance de l'os.

Le mécanisme de l'incurvation est aisé à comprendre: l'action indirecte des muscles est évidente; peut-être est-elle aidée, pour les membres inférieurs, par la force de la pesanteur, bien que celle-ci soit intermittente.

Mais l'incurvation s'accompagne d'un changement profond dans la forme de l'os, dont on s'est mal expliqué jusqu'à présent le mécanisme. Aussi en ferons-nous une étude spéciale.

Prenons comme exemple un tibia rachitique incurvé; sur une coupe, le diamètre situé dans le plan d'incurvation est très agrandi, et le diamètre perpendiculaire diminué au point que l'os arrive à prendre la forme d'une lame de sabre. Si l'os n'est incurvé que dans une portion limitée de son trajet, la déformation ne porte que sur cette partie. Elle est analogue à celle du tibia normal des préhistoriques; et c'est à tort que M. Manouvrier¹ a affirmé que, lorsque « les tibias rachitiques sont incurvés dans le sens antéro-postérieur, non seulement ils ne sont point aplatis transversalement, c'est-à-dire platycnémiques, mais encore ils sont aplatis en sens contraire, c'est-à-dire d'avant en arrière ». C'est l'inverse qui est vrai.

De plus, le bord concave aminci tend à devenir rectiligne et à former un contrefort osseux. En même temps, la structure de l'os se modifie, les tissus compact et spongieux sont épaissis du côté concave; il n'y a donc pas, ainsi que l'a montré J. Wolff, atrophie de l'os du côté concave comme

¹ MANOUVRIER: Mémoire sur la platycnémie chez l'homme et chez les anthropoïdes. *Mém. de la Soc. d'Anthropol.* Paris, III, 2^e série, p. 521; répété dans le *Dictionnaire d'Anthropologie*, p. 1037, 2^e colonne.

on le pensait autrefois, puisque ce que l'os perd en hauteur, il le regagne en densité.

Par suite de cet épaissement, la cavité médullaire devient plus petite, excentrique et rapprochée du bord convexe.

Enfin, la disposition des aréoles osseuses est modifiée comme il est indiqué plus haut : leurs colonnes s'allongent dans le sens de la pression mécanique et fournissent ainsi le maximum de résistance.

On a expliqué de diverses manières le mécanisme de ces déformations. Pour les uns, l'os résiste à la force qui l'incurve, en modifiant avantageusement sa forme et sa structure : c'est toujours la théorie des causes finales. Ici, d'ailleurs, elle n'est pas toujours conforme aux faits, car des modifications semblables se produisent dans l'ankylose du genou en flexion, bien qu'elles ne soient d'aucune utilité puisque le membre ne fonctionne plus.

Pour d'autres, la pression sur les surfaces articulaires produit mécaniquement l'incurvation et les changements de structure; ceux-ci amènent consécutivement les changements de forme (Julius Wolff¹).

Je crois, au contraire, que les changements de forme qui se produisent sur l'os incurvé sont dus à l'action directe des muscles²; car la pression sur un membre dont les muscles sont atrophiés incurve l'os sans que sa forme se modifie. Le n° 43 du musée Dupuytren (fig. 3) en est un exemple démonstratif. Il présente une absence congénitale du péroné; la corde fibreuse inextensible qui le remplace a forcé le tibia à s'incurver, mais sans modifier sa forme triangulaire ni sa structure, comme j'ai pu le constater à l'examen radiographique.

De plus, lorsque l'os qui s'incurve n'est pas en rapport avec des muscles, il modifie sa structure, mais non sa forme. Ainsi les vertèbres scoliotiques présentent du côté concave un épaissement marqué des travées osseuses; mais ce côté n'a pas de contrefort osseux : il est même plus excavé qu'à l'état normal. De même, dans le genu valgum, le côté concave épaissi n'a pas de contrefort osseux. Or, dans ces cas, vertèbres et tibia sont dépourvus de muscles du côté de leur concavité.

La forme de l'os incurvé est donc bien due à l'action directe des muscles. Cette action s'explique facilement : les muscles conservent leur direction rectiligne tandis que l'os s'incurve; par suite, les muscles situés sur le bord concave de l'os, s'éloignant de lui, tendent fortement leur gaine aponé-

vrotique; cette gaine tire sur son insertion à l'os. S'insère-t-elle à un bord unique, elle y forme un contrefort osseux : ainsi la ligne âpre du fémur devient un puissant pilier quand cet os s'incurve en arrière. L'insertion est-elle double, les deux bords se surélèvent et forment pour le muscle une gouttière profonde et étroite : ainsi, quand le fémur s'incurve



Fig. 3. — Remplacement du péroné par une corde fibreuse qui a incurvé le tibia. — Celui-ci a conservé sa structure et sa forme triangulaire. (N° 43 du musée Dupuytren.) Radiographie de la maison Radiguet.

latéralement, le muscle vaste situé du côté concave reste rectiligne, tend son aponévrose, qui surélève les deux bords et lui forme une gouttière.

Au contraire, les muscles situés dans le plan d'incurvation n'abandonnent pas l'arc osseux. Mais, comme ils restent eux aussi rectilignes, ils se déplacent sur la face de l'os, tendent à gagner le bord concave et, comprimant les surfaces osseuses,

¹ J. WOLFF : *Forme et fonction, leur rapport réciproque dans l'organisme*, traduit par Tavel. Paris, 1901, p. 16, et *La théorie de la pathogénie fonctionnelle des déformations*, p. 49.

² Voir D^r F. REGNAULT : *Bull. Soc. Anat.*, 1903, p. 323.

les élargissent et les aplatissent. D'où les surfaces larges et plates que présentent le fémur et le tibia rachitiques.

Mêmes saillies et mêmes gouttières existent sur le péroné, l'humérus, le radius, le cubitus, le bord axillaire de l'omoplate, etc., chez le rachitique¹.

Ces déformations ne sont pas spéciales au rachitisme; on les observe dans d'autres maladies.

Dans les *fractures des os longs* consolidées avec angle, le diamètre de l'os situé dans le plan de l'angle s'agrandit et le diamètre perpendiculaire à ce plan diminue. Dans les fractures du corps du fémur à sommet externe, il peut se former une gouttière pour le vaste interne; de plus, la ligne âpre peut s'effacer et le fémur prend une forme ovale rappelant l'aspect du fémur anthropoïde. On reconnaît ici, comme dans le rachitisme, l'action directe et locale des muscles.

Des modifications semblables s'observent dans l'*ankylose en flexion* d'une articulation comme le genou. Le fémur et le tibia agrandissent leur diamètre antéro-postérieur et diminuent leur diamètre transverse d'autant plus que l'on se rapproche de l'articulation. Le creux poplité bombe en arrière et tend à se transformer en une saillie étroite qui continue le pilastre. La structure change; le tissu osseux compact augmente fortement à la partie postérieure poplitée, surtout près de l'articulation, et une gerbe de trabécules osseux part du point de rencontre des deux os pour rayonner vers la partie convexe du genou.

L'intensité des déformations dépend de l'ancienneté de l'ankylose et de son degré de flexion. Nulles dans l'ankylose en extension, très faibles en cas de flexion légère, elles sont très accentuées en cas de flexion prononcée, bien qu'alors le membre ne soit plus utilisé pour la marche. Enfin, la flexion permanente du genou suffit, même sans ankylose, pour provoquer des déformations² (N^o 1019, nouv. Mus. Dupuytren).

En effet, ces changements sont dus à la rétraction des muscles postérieurs de la cuisse, qui forment une corde saillante sous la peau et tirent. par suite, les aponévroses intermusculaires interne et externe; celles-ci rapprochent leurs deux lignes d'insertion et font bomber le creux poplité³. De

¹ Quand le fémur est incurvé dans la partie supérieure, la gouttière du vaste interne remonte très haut et forme à sa partie supérieure une fosse qui rappelle celle qui existe à l'état normal sur certains fémurs et qu'on appelle hypotrochantère.

² MASSON : *Déformations des membres inférieurs dans les ankyloses du genou*. Th. doct. LYON, 1892, et JULIUS WOLFF, *loc. cit.*

³ C'est pourquoi la surface poplitée bombée que présentait le fémur du pithécantrope de Sumatra était d'origine pathologique, car ce fémur avait un abcès froid supérieurement; c'est donc à tort que certains anthropologues ont

même, dans l'ankylose de la hanche en flexion, les muscles psoas-iliaque et droit antérieur rétractés forment un bord saillant sur la face antérieure du fémur; dans l'ankylose du coude en flexion, les muscles biceps et brachial antérieur jouent le même rôle et produisent les mêmes transformations.

V. — CAUSES DES ANOMALIES OSSEUSES.

A en croire les traités d'Anatomie, l'atavisme serait la seule cause des anomalies. Regardant cette proposition comme démontrée, les anatomistes, lorsqu'ils découvrent une anomalie osseuse, recherchent parmi les Vertébrés une espèce où elle soit la règle; dès qu'ils l'ont trouvée, ils dénoncent cette analogie comme une preuve irréfutable de l'atavisme et croient leur travail achevé lorsqu'ils en ont établi la fréquence par une moyenne.

Quelques auteurs¹ s'étaient déjà élevés contre cette conception purement atavique. Des recherches faites dans les musées anatomo-pathologiques, sur des squelettes de malades dont les troubles locomoteurs étaient connus, m'ont permis d'établir que bien des anomalies regardées jusqu'à présent comme ataviques étaient des variations acquises. En 1901, au Congrès des Anatomistes de Lyon, je montrai² la cause bio-mécanique de nombreuses anomalies: soudure des apophyses clinoides, fossette vermienne, forme et trajet des gouttières des sinus veineux, absence du canal condylien postérieur, néarthroses vertébrales, troisième trochanter, etc.

Le distingué anatomiste Le Double³ a partagé mon avis dans son récent *Traité des variations des os du crâne de l'homme*, bien qu'il admette encore comme d'origine atavique un grand nombre d'anomalies qui, pour moi, sont acquises.

De nombreuses forces agissant sur le squelette, soit pendant la vie intra-utérine, soit après la naissance, peuvent, en effet, modifier la forme transmise héréditairement.

Pendant la vie intra-utérine, il faut tenir compte des brides amniotiques et des adhérences des annexes (Dareste), des contractures utérines, provoquées par des émotions ou des frayeurs, qui, sans expulser le fœtus, suffisent à le comprimer, des contractures des muscles du fœtus (Jules

lire de ce caractère des déductions relatives aux fonctions normales de cet être.

¹ Voir notamment D^r DANIEL BRUNTON dans *L'Anthropol. Amer.*, octobre 1894, travail que j'ai résumé dans la *Médecine moderne*, Paris, 1895, p. 370.

² D^r FÉLIX REGNAULT : *Les anomalies osseuses pathologiques dans les C. R. de l'Assoc. anat.*, Lyon, 1901, p. 168.

³ LE DOUBLE : *Traité des variations des os du crâne chez l'homme*. Vigot Frères, édit., 1903, p. 355 et suiv.

Guérin), et enfin des maladies infectieuses et des intoxications qui peuvent agir directement sur l'évolution du squelette.

Après la naissance, les maladies des os, des muscles et des nerfs modifient les mouvements et, par suite, la forme des os. Des modifications fonctionnelles, qu'il s'agisse de professions exigeant des mouvements particuliers, ou de coutumes spéciales telles que le grimper, la préhensibilité du pied, etc., produisent le même résultat.

Ces diverses causes agissent sur les os par des mécanismes différents; nous allons les passer en revue, ce qui nous donnera en même temps une classification des anomalies basée sur leur genèse.

§ 1. — Anomalies provoquées par des pressions mécaniques extérieures agissant directement sur l'os.

La pression déforme l'os; il n'est pas rare que, chez les juments, la contracture des muscles utérins déforme la tête du fœtus; elle l'aplatit sur l'épaule et la rend concave. De même, la main du fœtus humain, appuyée fortement sur le sternum, peut le déprimer¹.

Chez l'adulte, on voit sur les squelettes de gibbeux l'apophyse épineuse au sommet de l'angle usée et aplatie par l'appareil orthopédique.

L'atrophie des muscles grands fessiers amène l'aplatissement des ischions chez les malades immobilisés dans l'attitude accroupie (fig. 4). L'apla-

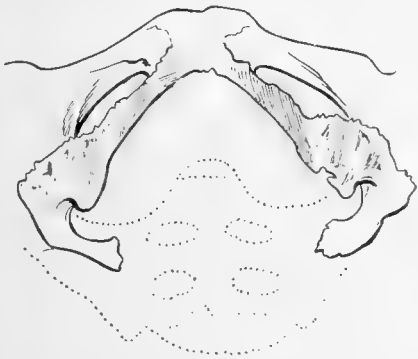


Fig. 4. — Aplatissement des ischions chez un malade immobilisé dans l'attitude accroupie. (N° 1019, nouveau musée Dupuytren.)

tissement normal des ischions des singes, qui ne sont pas recouverts par les muscles grands fessiers, est dû au même mécanisme².

La pression chez le fœtus rapproche et soude deux os voisins³. Telle est la soudure de deux côtes

voisines : elle est fréquente du côté de la concavité chez le fœtus atteint de scoliose; dans l'anencéphalie compliquée de spina bifida avec cyphose, la colonne vertébrale diminue de longueur, et des côtes soudées s'observent des deux côtés.

La pression change la position réciproque des os.

Les anatomistes expliquent ainsi les changements de nombre des vertèbres lombaires et sacrées; le nombre des premières augmente et celui des secondes diminue si un obstacle s'oppose à l'ascension du bassin chez le fœtus.

J'ai enfin observé que la pression change la position réciproque des points d'ossification d'un os. Dans le rachitisme précoce, les côtes et le thorax se déforment; par suite, les pressions exercées de chaque côté du thorax sont inégales, et les noyaux osseux du sternum peuvent perdre leurs rapports normaux, l'un s'élevant au-dessus de l'autre (fig. 5). Ces changements de rapport produisent des changements de forme de l'os sternal⁴.

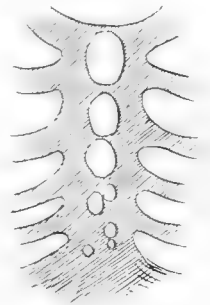


Fig. 5. — Rachitisme congénital (N° 513, musée Dupuytren). Ossification anormale du sternum.

§ 2. — Anomalies provoquées par l'arrêt de développement des os.

Quand les arrêts de développement sont étendus, on en reconnaît facilement l'origine pathologique; ainsi, quand le péroné est absent, s'il y a bec de lièvre, spina bifida, etc. Mais ils peuvent se borner à la persistance de trous osseux qui disparaissent normalement : tels les trous de Vésale à la grande aile du sphénoïde, les troisième et quatrième conduits ethmoïdaux, le canal condylien intermédiaire, le trou sphéno-pharyngien, etc. On peut méconnaître l'origine acquise de ces anomalies; pourtant, en certains cas, la cause est bien visible : tel ce crâne d'enfant hydrocéphale sur lequel j'ai observé la persistance du trou sphéno-pharyngien, la distension s'étant opposée à son ossification.

aboutir à la soudure a été cité par CRUVEILHIER dans son *Atlas d'Anatomie pathologique*; 2^e livre, pl. II; un fœtus, atteint de pied bot, de luxation congénitale des fémurs et d'imperforation de l'anus, présentait un bassin dont le détroit inférieur était divisé en deux ouvertures par rapprochement de deux épines sciatiques au moyen d'une corde fibreuse très courte et très forte. Cruveilhier ajoute : le bassin semblait avoir été soumis à une double force qui eût renversé en dehors les crêtes iliaques, en même temps qu'elle aurait comprimé latéralement les ischions et les épines sciatiques. Cette pression avait produit une anomalie rappelant le bassin de la taupe

¹ Voir pour plus de détails D^r FÉLIX REGNAULT : *Bull. de la Soc. anat.*, Paris, 1901, p. 173.

¹ APERT : *Bull. et Mém. de la Soc. Méd. des Hôpitaux de Paris*, 26 mai 1899.

² Voir pour plus de détails mon travail sur la morphogénie des ischions dans le *Bull. de la Soc. Anat.*, 1901, p. 630.

³ Un exemple de rapprochement de deux os qui pouvait

Par manque d'ossification, un seul trou peut exister là où normalement il s'en forme deux : ainsi le trou grand rond et le trou optique se confondent chez l'adulte avec la fente sphénoïdale, conservant ainsi la disposition normale de l'embryon (Le Double)¹.

L'arrêt de développement provoque la *persistance à l'état distinct de noyaux osseux*, qui, d'ordinaire, disparaissent ou se fusionnent : ainsi s'explique l'augmentation de nombre des vertèbres coccygiennes chez l'adulte ; les cinq vertèbres caudales de l'embryon ont persisté.

L'arrêt de développement peut *augmenter le nombre des noyaux osseux et des os distincts*. S'il y a retard dans l'ossification des os du crâne, des os wormiens apparaissent pour y suppléer. Ainsi, j'ai pu noter sur les crânes d'achondroplases la présence fréquente à la fontanelle postérieure d'un ou deux os volumineux ayant l'aspect des os dits épactaux : ils suppléent à l'insuffisance de l'os occipital, dont l'écaille inférieure a subi un arrêt de développement².

La polydactylie n'est pas d'origine atavique ; une cause perturbatrice, agissant sur l'embryon, empêche la fusion des deux trainées cartilagineuses, ébauche primitive de l'os, et amène la bifidité de la phalange. D'autres fois, elle produit un bourgeonnement qui forme un doigt complet : ainsi les doigts amputés des Batraciens repoussent parfois plus nombreux. Notons que la forme du doigt supplémentaire ainsi obtenu est bien différente de celle du doigt atavique : ainsi, chez le cheval, ce doigt supplémentaire est bien développé, élargi transversalement ; tandis que, chez son ancêtre, l'hippation, les doigts latéraux sont atrophiés par défaut d'usage et, par suite, aplatis transversalement.

§ 3. — Anomalies par irritation du périoste.

L'irritation du périoste produit l'exagération des saillies et des creux d'insertion musculaire et l'augmentation des dépressions dues aux organes. Il en est ainsi à la suite de maladies comme l'ostéite épiphysaire multiple et l'ostéomyélite chronique, et à la suite de résection opératoire. Les saillies osseuses ont alors une forme spéciale (voir page 220) qui décèle leur origine pathologique : elles sont minces, à base étroite, à sommet aigu, tandis que les saillies normales sont à large base, à sommet plus mousse ; enfin les crêtes pathologiques présen-

tent un bord frangé, déchiqueté, tandis que les crêtes normales sont plus régulières.

Dans le rachitisme, l'excitation du périoste est moins intense, les saillies ont un caractère moins net ; des apophyses, peu accentuées sur des os normaux, y sont exagérées ; d'autres existent qui ne s'observent qu'exceptionnellement à l'état normal ; aussi, si l'on n'est pas prévenu, et qu'on n'étudie qu'un os isolé, peut-on invoquer l'atavisme.

L'étude de nombreux squelettes rachitiques m'a permis de relever la présence fréquente : sur la clavicule, du tubercule deltoïdien ; sur le bassin, d'épines au niveau du pubis, de la crête pubienne, et de l'éminence ilio-pectinée (faits bien connus des accoucheurs) ; sur le fémur, du troisième trochanter ; cette apophyse est surtout marquée dans la rotation en dedans ou la flexion du fémur qui provoque une tension permanente du grand fessier, etc.

L'hyperossification peut encore *faire disparaître les trous normaux* qui donnent passage à des veines ou des artérioles sans importance, comme au crâne les trous pariétaux et mastoïdiens, etc. Mais la présence d'un nerf empêche l'oblitération, quelle que soit l'intensité de la prolifération osseuse : ainsi, l'arthrite déformante diminue le calibre des trous de conjugaison vertébraux, mais ceux-ci persistent toujours.

L'hyperossification peut aussi *transformer des gouttières en canaux* en ossifiant le ligament qui complète la gouttière osseuse. Ainsi, au front l'échancre sus-orbitaire, à l'atlas la gouttière de l'artère vertébrale, à l'omoplate l'échancre coracoïde, etc., sont converties en trous.

De même, la soudure des apophyses clinoides est due à l'ossification des faisceaux fibreux de la dure-mère qui les unit. Aussi l'a-t-on reconnue plus fréquente chez les idiots, dont les crânes présentent souvent de l'inflammation chronique. L'inclinaison en avant de la lame quadrilatère, en rapprochant les apophyses clinoides, en favorise la soudure¹.

L'hyperossification peut enfin *former deux trous* où, à l'état normal, il n'en existe qu'un. Ainsi le trou optique divisé en deux trous, l'un pour l'artère, l'autre pour le nerf, par l'ossification de la lame fibreuse qui les sépare normalement (Le Double)².

§ 4. — Anomalies dues aux modifications fonctionnelles.

Nous les avons étudiées précédemment ; nous nous contenterons ici de les classer.

¹ *Assoc. anat.*, Congrès de Montpellier, 1902, p. 207.

² D'autres fois, comme dans l'hydrocéphalie, l'ossification des os normaux ne suffit pas au développement trop rapide de l'encéphale ; de larges espaces membraneux persistent, sur lesquels se montrent d'abord des noyaux osseux qui deviennent plus tard des os wormiens ; ils sont surtout nombreux aux deux fontanelles et peuvent y être assez volumineux pour former, par exception, un os supplémentaire aussi grand qu'un os normal.

¹ Voir, pour plus de détails, D^r FÉLIX REGNAULT : *Assoc. anat.*, Lyon, 1901, p. 168 et 272.

² D^r LE DOUBLE : *Traité des variations des os du crâne*, p. 272.

1° *Statiques, dues à un changement dans l'équilibre du corps.* — Ainsi, quand le crâne s'incline, l'hémisphère du côté abaissé élargit les fosses correspondantes de la base du crâne, ses circonvolutions y marquent de plus profondes empreintes, la stase du sang y agrandit la fosse jugulaire et les sinus veineux¹.

2° *Dynamiques, dues à des changements dans les fonctions des muscles.* — Elles proviennent :

a) *De la force des muscles.* Sur les os de sujets très vigoureux, tels que les achondroplases et certains acromégales, les saillies et les creux sont exagérés; certains même se dessinent qu'on ne trouve pas sur des os normaux, de sorte qu'on pourrait croire à une anomalie réversible, surtout si l'on ne voit qu'un os isolé;

b) *De l'amplitude des mouvements.* Ceux-ci modifient la forme des surfaces articulaires. Ainsi, l'attitude accroupie produit une empreinte iliaque sur la tête du fémur, étend la surface articulaire du condyle interne fémoral, et crée deux fossettes articulaires supplémentaires à la partie antérieure de l'astragale (Havelock et Thomson).

Les néarthroses qui se forment entre les apophyses transverses vertébrales, en cas de déviation, ont été regardées par certains anatomistes comme ataviques. Il en est de même du troisième condyle de l'occipital, qui provient de l'ossification du ligament occipito-axoïdien moyen prolongeant jusqu'au crâne l'apophyse odontôïde (Houzé)².

La perforation de l'olécrâne, qu'on observe sur les humérus peu épais et peu denses, est due aussi à l'amplitude des mouvements.

VI. — CONCLUSIONS.

Les anomalies osseuses, regardées jusqu'à présent comme d'origine atavique, sont donc acquises. De cette nouvelle conception découlent des conséquences fort importantes :

On a dit que le criminel présentait des anomalies osseuses en nombre bien plus considérable que l'homme normal; ces stigmates auraient une origine atavique, de sorte que ce serait l'ancêtre sauvage primitif de retour parmi nous.

D'autres anthropologues, pour réfuter cette théorie, se sont bornés à nier cette plus grande fréquence des anomalies chez le criminel. Notons que la moyenne des anomalies peut varier suivant les pays d'où proviennent ces os, et les deux Écoles

avoir raison quant aux faits. Mais on n'a pas pensé que ces anomalies pouvaient être acquises, ce que l'on aurait pu reconnaître en étudiant la vie fonctionnelle ou pathologique du criminel.

Ainsi les fous criminels sont nombreux; on a relevé chez eux la fréquence de l'épilepsie, de l'inflammation des méninges, etc.

Ces maladies peuvent donner de nombreuses anomalies que l'on a regardées jusqu'à présent comme ataviques; telles: la soudure des apophyses clinôïdes par hyperossification, l'apparition d'un triangle saillant vermien dû à la traction de la faux du cervelet s'exerçant sur un crâne épais et peu dense³.

D'autre part, les criminels qui commettent des actes de violence, les brigands de grande route, etc., doivent posséder un développement musculaire qui leur permette de perpétrer de tels actes.

De plus, ils doivent être résistants pour mener un genre de vie aussi pénible, posséder un tempérament rustique à l'égal des hommes primitifs et des animaux sauvages. Or, on sait qu'un des caractères de ce tempérament consiste à avoir des os épais et peu denses². Il n'est donc pas étonnant que Lombroso ait rencontré ces caractères: hyperostose osseuse, développement de la mandibule, des zygomes, des sinus frontaux, etc., sur les os de criminels de certaines parties de l'Italie où le brigandage est développé.

On a enfin beaucoup discuté sur l'existence du criminel né³. On peut l'admettre non comme un représentant atavique de l'espèce humaine, mais en tant qu'individu apportant à la naissance, à la fois des instincts criminels et une constitution et une musculature qui lui permettront plus tard de les satisfaire par le brigandage.

Nos idées sur la cause des anomalies changeant, toutes les conséquences qu'on a voulu tirer de l'ancienne conception atavique doivent être également modifiées.

D^r Félix Regnault.

¹ Il ne faut pas confondre le triangle vermien avec la fossette vermiennne, due à la pression du vermis; celle-ci est très rare. Voir, pour plus de détails, D^r FÉLIX REGNAULT: *Assoc. anat.*, Lyon, 1901, p. 168 et suiv.

² Suivant les races, le périoste est plus ou moins excitable. Les races primitives rustiques, se nourrissant d'aliments grossiers, ont des os gros, épais, peu denses, sur lesquels saillies et dépressions se marquent mieux. Les races affinées, au contraire, ont un squelette mince, dense, plus régulier. La même différence existe entre les races animales sauvages et domestiquées.

³ De même, les hippogènes admettent que les chevaux qui naissent avec un faciès busque sont vicieux.

¹ Voir, pour les détails, D^r FÉLIX REGNAULT: *Bull. Soc. Anat.*, 1902, p. 162, et 1903, p. 326.

² *Bull. Soc. anthropol.*, Bruxelles, 1886, p. 33.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Papelier (G.), agrégé des Sciences mathématiques, professeur de Mathématiques spéciales au Lycée d'Orléans. — **Précis d'Algèbre et de Trigonométrie, à l'usage des élèves de Mathématiques spéciales.** — 1 vol. in-8° de 357 pages. (Prix : 5 fr.). Nony, éditeur, Paris, 1904.

Le nouvel ouvrage de M. Papelier est un exposé clair et concis des connaissances d'Algèbre et de Trigonométrie enseignées dans les classes de Mathématiques spéciales.

Cet ouvrage est divisé en quatre parties principales.

Le livre I, intitulé : « Compléments d'Algèbre élémentaire », comprend six chapitres. L'identité des polynômes, l'Analyse combinatoire et la formule du binôme, à laquelle l'auteur adjoint celles qui donnent le carré et le cube d'un polynôme, occupent les deux premiers. Les deux suivants concernent la division des polynômes, l'existence et les propriétés du plus grand commun diviseur de deux polynômes. Puis, c'est la théorie des déterminants qui fait l'objet du chapitre V, y compris la règle de la multiplication de deux déterminants du même degré, établie par la méthode de M. Walecki. Enfin, le chapitre VI est consacré à la résolution et à la discussion d'un système quelconque d'équations du premier degré renfermant un nombre quelconque d'inconnues, discussion fondée sur le théorème de M. Rouché relatif aux déterminants caractéristiques.

Le livre II, que l'auteur intitule « Eléments d'Analyse infinitésimale », est divisé en onze chapitres. Les définitions et les théorèmes généraux concernant les fonctions et les limites sont établis dans le premier. La fonction exponentielle, le logarithme, les fonctions trigonométriques, directes et inverses, sont étudiés dans les deux chapitres suivants, où la théorie des segments et des projections trouve naturellement sa place. Puis viennent, dans les chapitres IV et V, la théorie des séries à termes réels, l'étude de la série e ,

la recherche de la limite de $\left(1 + \frac{x}{m}\right)^m$ pour m infini.

Avec le chapitre VI apparaissent les notions sur les infiniment petits, la délimitation et le calcul des dérivées et des différentielles, puis les propriétés des dérivées et notamment la formule des accroissements finis et sa généralisation. Au chapitre VII, ce sont, au contraire, les fonctions primitives et les intégrales qui sont envisagées par la considération de l'aire d'une courbe. La formule de Taylor, celle de Maclaurin, le développement des fonctions en série, en particulier vers des infiniment petits suivant les puissances entières de l'infiniment petit principal, puis les formes indéterminées, l'emploi de la dérivée pour l'étude de la variation d'une fonction occupent les trois chapitres qui suivent. Enfin, le chapitre XI concerné les fonctions de plusieurs variables indépendantes : dérivées partielles, dérivée et différentielle d'une fonction composée, extension de la formule des accroissements finis, dérivée d'une fonction implicite, théorème d'Euler sur les fonctions homogènes.

Le livre III, qui a pour titre « théorie des équations », comporte dix chapitres. Ils sont consacrés respectivement aux nombres imaginaires, aux propriétés générales des polynômes et des équations, à la continuité des racines, aux fonctions symétriques, à l'élimination, à la théorie des racines égales, au théorème de Descartes, au théorème de Rolle, aux méthodes d'approximation, à la décomposition des fractions rationnelles en élé-

ments simples. Conformément aux programmes d'admission à l'École Polytechnique et à l'École Centrale, M. Papelier admet sans démonstration le théorème de d'Alembert affirmant l'existence d'une racine pour une équation algébrique. La démonstration qu'il donne de la continuité des racines d'une telle équation est celle qui est basée sur leurs relations avec les coefficients de l'équation. La résolution d'un système de deux équations algébriques à deux inconnues et le théorème de Bezout, la transformation des équations viennent naturellement comme applications immédiates de la théorie de l'élimination. Le théorème des lacunes vient comme application du théorème de Descartes. La séparation des racines, la condition pour que toutes soient réelles et distinctes résultent du théorème de Rolle, que l'auteur étend, d'ailleurs, aux équations dont le premier membre est une fonction continue quelconque admettant une dérivée elle-même continue.

La quatrième partie de l'ouvrage, intitulée « Trigonométrie », traite en trois chapitres de la division des angles, de l'équation binôme, des équations du troisième et du quatrième degrés : une démonstration de la formule fondamentale de la trigonométrie sphérique est adjointe au dernier chapitre.

Les modifications qui viennent d'être apportées au programme de la classe de Mathématiques spéciales ne détruisent en rien l'adaptation du précis de M. Papelier à cette classe, car, si ce n'est l'intégration de certaines équations différentielles, tout le reste du nouveau programme se trouve à très peu près développé dans l'ouvrage. Les élèves de spéciales ont là une exposition concise et très nette des théories qui les intéressent, avec des exemples bien appropriés, et, en somme, un excellent guide pour les acheminer vers la connaissance approfondie de leur programme.

G. FLOQUET,

Professeur à l'Université de Nancy.

Sohier (A.), Directeur-Gérant des Charbonnages du Nord du Flénu, et **Massart (G.)**, Directeur des travaux. — **Etude sur l'emploi de l'air comprimé à haute tension comme moyen de transport mécanique souterrain.** — 1 vol. in-8° de 100 pages avec figures et planches. (Prix : 3 fr.). Veuve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1904.

Le gisement du nord du Flénu, près de Mons, est recouvert d'une forte épaisseur de morts terrains qui rend long, coûteux et difficile le creusement des puits ; à Ghlin, les puits commencés en 1873 ne purent être mis en exploitation qu'en novembre 1888. Aussi la Compagnie hésite-t-elle à en forer de nouveaux. Comme, d'un autre côté, les travaux doivent s'étendre de l'est à l'ouest, sur une longueur qui ne sera pas inférieure à cinq kilomètres, et qui a déjà atteint trois mille mètres, la traction souterraine par chevaux est dès à présent très onéreuse et le deviendrait tous les jours davantage.

Depuis 1893, il est question de remplacer cette traction par un mode mécanique. Les locomotives à benzine, les trainages funiculaires par cordes et chaînes, les transports électriques, ont été successivement étudiés, sans d'ailleurs être adoptés ; à cause de leurs frais de premier établissement élevés ou des difficultés inhérentes à leur installation dans les terrains mobiles et aquifères de la concession et les galeries sinueuses qui en sont la conséquence.

L'emploi de l'air comprimé a paru, au contraire, tout indiqué à MM. Sohier et Massart, après l'étude comparative des diverses installations qu'ils ont visitées ; notamment à la Compagnie Générale des Omnibus de

Paris et aux mines de Graissessac. Ils ont déterminé avec beaucoup de soin les éléments de son application à Ghlin : leurs calculs les ont amenés à cette conviction que l'air comprimé à haute tension abaisserait à 80.000 francs environ les frais de trainage, qui, avec les chevaux actuellement employés, se chiffrent par 140.000 francs. L'air comprimé présenterait encore d'autres avantages, notamment celui d'améliorer l'aérage des galeries.

Il faut souhaiter que le Conseil d'administration de la Compagnie, entrant dans les vues de ses ingénieurs, décide de passer à l'exécution de leur projet. En tout cas, ce dernier constitue à lui seul un document précieux, d'un intérêt général.

A la suite, le lecteur trouvera le compte rendu d'intéressantes visites faites par les auteurs dans plusieurs mines du midi de la France (notamment aux charbonnages des Bouches-du-Rhône, qui, pour leur épuisement, construisent, on le sait, entre Gardanne et Marseille un tunnel de 14 kilomètres, déjà percé sur plus de 12 kilomètres) et dans le bassin de Saarbrücken.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des mines.

2° Sciences physiques

Mauduit (A.), ancien élève de l'École Polytechnique, ingénieur electricien. — **Electrotechnique appliquée. Cours professé à l'Institut electrotechnique de Nancy, avec préface de M. A. BLONDEL, professeur à l'École des Ponts et Chaussées.** — 1 vol. gr. in-8° 844 p. avec 557 fig. (Prix : 25 fr.). Vve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1904.

Dans l'ouvrage que M. Blondel vient de présenter au public, l'auteur a eu l'heureuse idée, la force d'âme, dirons-nous, de rompre enfin avec cette tradition, par trop enracinée, de reproduire au début de n'importe quel ouvrage d'Electricité appliquée les principes fondamentaux de l'Electrotechnique. Cette répétition toujours la même finissait par être fastidieuse pour les électriciens au courant de leur science, et l'on peut féliciter l'auteur d'en avoir allégé son exposé.

Le but que semble s'être proposé M. Mauduit est, avant tout, d'être utile aux ingénieurs-constructeurs; aussi n'a-t-il rien négligé pour l'atteindre et se préoccupe-t-il surtout, dans les diverses théories qu'il est appelé à passer en revue, de l'utilité qu'elles peuvent présenter au point de vue pratique. D'ailleurs, M. Mauduit a, sur d'autres auteurs, l'avantage de joindre à une éducation scientifique très complète la supériorité que donne le contact avec la pratique de la vie industrielle.

L'ouvrage se divise en sept chapitres, dont les quatre premiers sont consacrés à l'étude des machines électriques, deux pour les machines à courant continu, deux pour les machines à courant alternatif. Dans cet exposé, l'auteur a bien fait, croyons-nous, de traiter d'abord de l'essai des machines, puis de leur construction. Cette manière de procéder se justifie pleinement par le fait que l'essai des machines ne nécessite pas la connaissance complète de leur construction, mais définit très exactement ce qu'on attend d'elles et à quel résultat doit tendre l'ingénieur constructeur. Repéré de la sorte, le lecteur se trouve parfaitement à même de juger et de comprendre la discussion des détails de construction; et cette discussion présente alors un réel intérêt.

Dans les chapitres qui traitent des machines à courant continu, il convient de mentionner tout spécialement un excellent résumé de la théorie très actuelle du Professeur Arnold sur les enroulements et une discussion très complète relative à la commutation sous les balais et à la réaction d'induit, ces points toujours délicats de la construction des dynamos à courant continu.

Dans la partie de l'ouvrage relative aux machines à courants alternatifs, le lecteur trouvera avec plaisir un résumé de la théorie si précise et complète des moteurs d'induction, publiée en 1904 par M. Blondel.

Les chapitres V et VI traitent de l'utilisation des machines électriques. En conséquence, ils fournissent des renseignements précieux sur les divers genres de canalisations utilisées dans les applications (transport, éclairage, traction, etc.).

Le dernier chapitre est consacré à un certain nombre de questions fort délicates et dont la solution intéresse vivement tous ceux qui se préoccupent de l'avenir et du développement des installations électriques. A lui seul, ce chapitre justifierait la publication de l'ouvrage. Il traite de la théorie des oscillations dans la marche en parallèle des alternateurs; de l'étude comparative des différents alterno-moteurs à collecteur; du principe du compoundage des alternateurs. Enfin, il passe en revue les phénomènes généraux dus aux courants non sinusoidaux à l'étude desquels les oscillographes ont apporté ces dernières années leur précieuse concours.

Félicitons, en terminant, M. Mauduit d'avoir choisi M. Blondel comme parrain de cet ouvrage; c'était assurer au nouveau-né un succès, d'ailleurs bien mérité.

C.-E. GUYE,
Professeur à l'Université de Genève.

Moissan (H.). — **Traité de Chimie minérale, publié sous la direction de M. HENRI MOISSAN, membre de l'Institut. Métaalloïdes, t. I, fasc. I. Métaux, t. III, fasc. I. Masson et Co, éditeurs. Paris, 1904.**

La librairie Masson vient de faire paraître les tomes I et III d'un grand Traité de Chimie minérale en 4 volumes publiés sous la direction de M. Moissan.

Rendre compte en détail de cette œuvre importante serait difficile; aussi nous nous bornerons à un court exposé des principes ayant servi à la rédaction de l'ouvrage.

« Tout ce qui touche la Chimie générale, la Mécanique chimique et l'Analyse en tant que corps de doctrine a dû être laissé dans l'ombre; ces grandes questions font aujourd'hui le sujet de tant de traités spéciaux que nous ne voulons pas imiter...; lorsqu'on cherche à les résumer, elles s'amointrissent », dit M. Moissan dans sa préface. Nous ne sommes pas de son avis, et l'on doit regretter que, dans un ouvrage de cette importance, on ne trouve systématiquement que très peu des nombreuses données de la Chimie physique qui se rencontrent aujourd'hui dans tous les livres classiques de l'Etranger.

L'on a suivi l'ordre dérivant de la classification proposée par M. Moissan, qui réunit les corps simples en familles naturelles où l'on tient compte autant que possible de l'ensemble de leurs propriétés chimiques et physiques.

Dans la série de monographies dues aux éminents collaborateurs que M. Moissan a su grouper autour de lui, nous trouvons l'étude, faite sur un plan bien conçu: dans le tome I, de l'hydrogène et de l'hélium par M. Sabatier, du fluor par M. Moissan; du chlore et du brome par M. H. Gautier, de l'iode par M. Lebeau, de l'oxygène, de l'eau, de l'eau oxygénée, des oxydes de chlore par M. Sabatier, du soufre et de ses oxydes par M. Auger, de l'acide sulfurique industriel par M. Chabrie, du sélénium par M. Fozzes Diaconet du tellure par M. Metzner.

Dans le tome III, qui commence l'étude des métaux, nous trouvons le césium et le rubidium par M. Chabrie, le potassium par M. de Forcrand, l'ammonium par M. Hébert, le sodium par M. Thomas, le lithium par M. Lebeau, le calcium, le strontium, le baryum et le radium par M. Copaux.

Dans toutes ces monographies, comme nous avons pu nous en convaincre nous-même, la bibliographie a été faite avec un soin extrême, et l'ouvrage est bien au courant des plus récentes découvertes de la science chimique; aussi nous ne pouvons qu'en recommander la lecture et l'emploi.

A. GUNTZ,
Professeur à la Faculté des Sciences
de l'Université de Nancy.

3° Sciences naturelles

Codazzi (Ramon Lleras), *Chef de la Section minéralogique et géologique de l'Office d'Histoire naturelle de la République de Colombie.* — **Introducción al estudio de los Minerales de Colombia. Clasificación de los Minerales de Colombia. Minerales alcalinos y terrosos de Colombia. Gemas y minerales litoïdes de Colombia.** — 4 fasc. in-8° de 58, 38, 27 et 30 pages. *Imprimerie Nationale, Bogota, 1904.*

C'est pour étudier d'une façon rationnelle et scientifique les richesses naturelles du pays que le Gouvernement colombien créait, il y a deux ans, l'Office national d'Histoire naturelle. L'examen des ressources minérales était confié à la Section minéralogique et géologique, et c'est le résultat de ses premiers travaux que le directeur, M. R. Lleras Codazzi, nous apporte dans les quatre fascicules que nous analysons ci-après.

Parmi les personnes appelées à tirer parti des études de la Section minéralogique et géologique, un certain nombre sont peu au courant des principes fondamentaux de la science minéralogique. L'auteur a pensé, avec juste raison, qu'il était bon de les leur rappeler ou de les leur faire connaître : c'est le but du premier fascicule, qui donne, d'une façon très simple, les éléments de la Cristallographie et de l'examen physique et chimique des minéraux.

Puis, avant de procéder à la description des espèces minérales recueillies sur le sol de la Colombie, il y avait lieu de les classer, et, pour cela, d'adopter l'une des nombreuses classifications qui ont été proposées dans les divers traités de Minéralogie. M. Codazzi les a examinées successivement toutes, et n'en a trouvé aucune absolument adaptée au but, avant tout pratique, qu'il se proposait. Il s'est rallié finalement à une combinaison des méthodes de Werner et de Leymerie, avec quelques modifications qu'il expose dans son deuxième fascicule.

Les fascicules suivants sont consacrés à la description proprement dite des espèces, comprenant pour chacune d'elles : 1° la composition et la formule chimique ; 2° la forme cristalline et les plans de clivage ; 3° les propriétés physiques (densité, dureté, couleur, éclat, fracture, etc.) ; 4° les propriétés chimiques ; 5° les principales variétés ; 6° les localités colombiennes où elle se rencontre, avec les conditions de gisement et d'extraction et de nombreuses analyses.

La Colombie est assez riche en minéraux alcalins et alcalino-terreux. L'un des plus importants est le sel gemme, qui forme, en particulier, à Zipaquirá, une masse d'un volume tel qu'il faudra des siècles d'exploitation intensive pour l'épuiser. Le pays est riche aussi en sources salées, contenant des iodures, observés et analysés déjà au XVIII^e siècle par Boussingault. Le gypse est très fréquent ; la calcite également sous ses diverses formes : spath d'Islande, calcite en cristaux, beaux marbres. Enfin, on trouve des minerais de cérium et de terres rares.

La série des oxydes et des silicates (qui compte la plupart des pierres précieuses) est très riche ; elle est représentée par le rubis, le saphir, l'améthyste, l'émeri, l'émeraude (dont le gisement de Muzo est classique), le grenat, le quartz, l'agate, le jaspe, enfin par les nombreux minéraux des roches silicatées : feldspaths, zéolithes, épidotes, amphiboles, pyroxènes, micas, chlorites, etc.

Les prochains fascicules nous apporteront la suite de ce travail. Mais, dès à présent, il nous a paru utile de signaler ce premier essai d'inventaire méthodique des ressources minérales de la Colombie. C'est évidemment dans une meilleure connaissance de ses richesses naturelles, et dans la mise en valeur plus raisonnée qui en résultera, que ce pays trouvera la solution des difficultés économiques au milieu desquelles il se débat.

LOUIS BRUNET,

Ancien Assistant au Laboratoire de Minéralogie de l'Université de Genève.

Carot (Edmond), *Médecin vétérinaire.* — **Le Sucre dans l'Alimentation des animaux.** — 1 vol. in-16 de 380 pages (Prix : 6 fr.). *Laveur, éditeur, Paris, 1904.*

En raison de son importance économique, l'alimentation des animaux domestiques a fait l'objet de nombreux travaux ; les sociétés de transport qui utilisent des chevaux et les grandes exploitations agricoles bien dirigées ont étudié plus ou moins scientifiquement la ration distribuée à leurs animaux : certaines font des économies qui se chiffrent annuellement par centaines de mille francs en donnant des hydrates de carbone et des matières azotées empruntés aux denrées qui les offrent au meilleur compte et en quantités en rapport avec les kilogrammètres ou les poids et qualité de viande ou de lait à produire.

Par contre, dans beaucoup d'exploitations assez importantes et dans la plupart des petites, le rationnement des animaux est fait sans tenir aucunement compte des données scientifiques qui permettent l'emploi des solutions les plus économiques.

L'introduction du sucre dans l'alimentation des animaux, et principalement de ceux dont on met en valeur l'énergie musculaire, directement inspirée des travaux de Claude Bernard et de Chauveau, a été des plus fructueuses ; c'est surtout par les intéressants essais de Grandeaude, de Lavalard, par les efforts de la Société d'alimentation rationnelle du bétail, que l'emploi du sucre est devenu courant en France pour la nourriture des animaux de travail.

L'ensemble des publications sur cette question est déjà considérable, et il est intéressant de trouver rassemblées, en un seul volume de lecture facile, toutes les données qui s'y rapportent.

Il est nécessaire, pour effectuer, sans mécomptes parfois très graves, le remplacement par du sucre d'une partie des éléments de la ration, de bien comprendre le problème de l'alimentation dans son ensemble ; l'auteur a tenu compte de ce fait et il consacre un chapitre à traiter d'une façon succincte, mais très claire, les principaux points théoriques relatifs aux aliments en général, montrant ce qu'un aliment devient dans l'organisme, et ce que la ration doit contenir suivant le régime auquel est soumis l'animal.

Il montre ensuite la valeur exceptionnelle du sucre comme producteur de force musculaire et comme aliment d'épargne, aussi bien en se basant sur des considérations théoriques et des expériences de laboratoire, qu'en citant les nombreuses applications d'alimentation sucrée faites, principalement à Paris, sur une très vaste échelle, notamment celles qu'il a lui-même dirigées.

L'étude des différents modes d'introduction du sucre est exposée en détail : sucre brut, mélasse, produits mélassés, plantes saccharifères.

On sait qu'une loi récente autorise l'emploi du sucre brut exempt d'impôt dans l'alimentation des animaux, après une dénaturation préalable dans des conditions qui sont déterminées par l'Administration.

L'auteur a donné de grands développements à l'alimentation par la mélasse ; ce mode d'emploi du sucre semble particulièrement intéressant. En effet, c'est avec la mélasse que les applications portant sur les plus nombreuses cavaleries ont été faites et semblent devoir durer ; on peut dire que la mélasse est maintenant une nourriture normale du cheval.

A la suite de l'étude de la mélasse, l'auteur a examiné les différents produits mélassés ; cet exposé, très scientifiquement fait, peut être considéré comme un guide sûr pour l'acheteur, que la multiplicité des produits offerts aujourd'hui rend souvent perplexe.

L'alimentation sucrée des différentes espèces domestiques : chevaux, bovidés, moutons, porcs est ensuite étudiée avec l'indication des rationnements à employer. Mention doit être faite d'un chapitre, tout d'actualité, relatif à l'entraînement intensif du cheval et aux raids. On sait que c'est, pour une grande part, grâce à l'em-

ploi du sucre et surtout de la mélasse qu'on a pu obtenir des résultats si remarquables, ce qui a permis au lieutenant Beausil, vainqueur du raid Paris-Deauville, de dire : « Mon doping, c'est le sucre ».

En résumé, le livre de M. Carot met bien au point une question des plus intéressantes au point de vue scientifique, et capitale au point de vue économique, car il ne faut pas oublier que la sucrerie, principalement en France, a grand besoin des débouchés nouveaux que l'alimentation des animaux peut lui apporter, et qu'au maintien de notre production sucrière actuelle sont intimement liés les plus graves intérêts agricoles.

CH. QUILLARD.

Perrier (Edmond), *Membre de l'Institut, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle.* — *Traité de Zoologie. Fascicule VI : Poissons.* — 1 vol. in-8° (Prix : 10 fr.) Masson et C^e, éditeurs. Paris, 1904.

Le grand *Traité de Zoologie* dont M. Edmond Perrier a entrepris la publication est sur le point d'être achevé. L'éloge de l'ouvrage n'est plus à faire. Au fur et à mesure de leur apparition, la *Revue* a donné le compte rendu de chacun des fascicules. Toute la partie des Invertébrés est faite. Le fascicule V traitait de l'Amphioxus et des Tuniciers. Le fascicule VI traite des Poissons et continue l'œuvre si appréciée des savants et des étudiants.

L'idée directrice de l'œuvre tout entière, l'idée d'évolution, se retrouve à chaque page. On suit pas à pas les modifications des organes des types les plus simples aux plus complexes, avec une grande abondance de détails qui ne laisse passer aucune particularité sans la signaler.

Ce qui donne une note particulière à ce fascicule, c'est l'étude du problème de la parenté des Vertébrés avec les Vers, par le passage par l'Amphioxus. Cette étude forme une sorte de thème qui revient à chaque instant sous la plume de l'auteur. Dès le début, l'origine annélienne des Vertébrés est mise en évidence en quelques pages esquissant les grandes lignes du type vertébré. A propos du système circulatoire, M. Perrier revient sur le sujet et fait ressortir les ressemblances de l'appareil circulatoire des Vers avec l'appareil circulatoire des jeunes Myxines, au stade où existent encore les neuf anses de communication des vaisseaux dorsaux avec les vaisseaux ventraux. Cette même préoccupation se retrouve encore au chapitre sur le développement de l'appareil néphridien, et est appuyée par deux figures placées côte à côte, représentant, l'une les organes segmentaires d'un Ver, l'autre ceux d'un jeune squal. C'est à la démonstration de la même idée qu'il faut attribuer l'insistance toute particulière que M. Perrier met à établir la théorie de la métamorphose du Vertébré, principalement de la tête. Nous signalerons à ce propos l'idée de M. Perrier qui, par comparaison avec les recherches récentes sur l'Amphioxus, admet deux myomérides prébuccaux, et par suite sept encéphalomères, au lieu de six, comme l'admettaient Van Wijhe et Wiedersheim. Cette partie de l'ouvrage sur le développement du système nerveux intéressera tout particulièrement ceux que passionne la question des nerfs crâniens.

En résumé, cet ouvrage, tenu au courant des derniers résultats de la science, abondamment illustré de nombreuses figures empruntées aux Mémoires originaux, est destiné à rendre de grands services aux savants, pour lesquels il sera une précieuse mine de renseignements faciles à consulter, et aux étudiants qui auront en lui un instrument de travail de premier ordre pour les guider dans le dédale de la Zoologie. Il fait désirer la prompte apparition du dernier fascicule qui achèvera cette grande tâche, pour laquelle il fallait tout le savoir et toute l'autorité de M. Perrier pour mener l'œuvre à bien.

A. BRIOT,
Chef des Travaux de Zoologie
à la Faculté des Sciences
de Marseille.

4° Sciences médicales

Fleury (Maurice de). — *Manuel pour l'étude des Maladies du système nerveux.* — 1 vol. gr. in-8° de 993 pages, avec 133 gravures en noir et en couleur. Félix Alcan, éditeur, Paris, 1904.

Si nombreux que soient déjà les traités et les recueils consacrés à l'étude des maladies du système nerveux, ce livre a cependant sa raison d'être, et il a son utilité.

C'est une œuvre de vulgarisation, mais de vulgarisation supérieure, si l'on peut ainsi parler. C'est une œuvre de compilation (l'auteur prend soin de le dire); mais cette compilation n'a rien d'indigeste. Tout au contraire : une plume lesté et précise, habituée de longue date à sabrer le rébarbatif, donne à ce livre l'attrait de la simplicité.

L'étude des maladies nerveuses effraie encore un peu le praticien et l'étudiant. Cependant, ces difficultés ne sont qu'apparentes. L'auteur de ce livre s'est proposé simplement de rendre cette étude accessible à tous les médecins.

Les chapitres de pathologie nerveuse, élagués de leurs obscurités et rajeunis, rédigés, comme le dit modestement l'auteur, pour le plaisir de savoir mieux soi-même et d'enseigner autrui, forment un ensemble suffisamment complet et d'une lecture aisée, où la clarté de l'exposition n'exclut pas la documentation.

Certains chapitres sont d'une portée pratique incontestable, en particulier le premier, intitulé : *Comment on examine un malade du système nerveux*. Il renseigne sur tous les accidents névropathiques, sur les troubles de la motricité, de la sensibilité, des réflexes, des sens, du langage, de l'intelligence, utiles à connaître et à analyser pour l'étude clinique d'un malade. On y trouve un *schéma d'observation* qui peut être commode pour faire rentrer le cas observé dans un des grands groupes nosographiques actuellement admis en Pathologie nerveuse.

La connaissance de l'anatomie des centres nerveux est indispensable en clinique; mais elle peut se réduire à des notions « médicales » dont on trouvera un bon exposé dans ce livre. De nombreuses figures en noir et en couleurs éclairent le texte, qui, d'ailleurs, n'est jamais aride.

Dans le corps de l'ouvrage sont passées en revue les différentes maladies du système nerveux : celles de la moelle, en commençant par le tabes, en continuant par les poliomyélites, pour terminer par les méningites spinales. Puis viennent les maladies du bulbe et de la protubérance, celles du cerveau et de ses enveloppes, celles des nerfs, les trophonévroses, enfin les névroses dont l'auteur s'est occupé plus spécialement depuis quelques années.

Ce livre est clair, facile à lire; il est documenté, au courant de la plupart des récentes études de neuropathologie. Il répond à son but.

D^r HENRY MEIGE,
Secrétaire
de la Société de Neurologie.

Berger (Paul), *Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, et Banzet* (S.), *Chef du Laboratoire de Médecine opératoire à la Faculté de Médecine de Paris.* — *Chirurgie orthopédique.* — 1 vol. grand in-8° de 624 pages avec 489 figures. Prix : 20 fr. G. Steinheil, éditeur. Paris, 1905.

L'orthopédie, essentiellement française à son origine et qui, dans la première moitié du XIX^e siècle, compta les noms de Pravaz, de Delpech, de Bouvier, de Malgaigne, fut, dans les dernières années du siècle qui vient de finir, presque complètement délaissée dans notre pays. Le brillant essor de la chirurgie sanglante fit abandonner, par la plupart des chirurgiens, cette partie de l'art de guérir qui exige tant de persévérance, tant d'inlassable patience. En ce début du XX^e siècle,

l'orthopédie française revit; des livres nombreux sont publiés qui témoignent de cette renaissance; parmi ces livres, on peut, en bonne place, citer le traité que viennent de présenter au public médical MM. Berger et S. Banzet.

Le livre est divisé en trois parties; dans la première, les auteurs étudient le traitement orthopédique des difformités de l'appareil rachidien, du tronc et du cou; dans la seconde et la troisième, celui des difformités des membres supérieurs et inférieurs.

L'ouvrage s'ouvre par la description minutieuse du traitement de la scoliose, tel que l'ont établi les chirurgiens orthopédistes français et étrangers; les auteurs passent en revue les principales méthodes de traitement, et terminent en donnant un chapitre plein d'intérêt, dû à Vermeulen, sur le traitement des déviations du rachis par la mécano-thérapie. Vient ensuite le traitement du torticolis congénital.

La deuxième partie comprend le traitement des difformités du membre supérieur, traitement de l'élevation congénitale de l'omoplate, traitement des ankyloses partielles, traitement des ankyloses complètes de l'épaule et du coude.

Dans cette deuxième partie est traitée, avec tous les détails nécessaires, — un sujet cher au professeur Berger, — la question des méthodes autoplastiques dans le traitement des déformations de l'épaule, du bras, du coude, de l'avant-bras et de la main. Les auteurs insistent sur la technique des anastomoses tendineuses qui, en ces dernières années, ont été l'objet de tant d'importants travaux.

La troisième partie forme, à elle seule, presque la moitié de l'ouvrage; les auteurs commencent par une question à l'ordre du jour, la luxation congénitale de la hanche, dont ils décrivent avec de nombreux détails les deux principaux traitements: méthode sanglante et méthode non sanglante. Plus loin sont donnés les différents modes d'intervention dans les ankyloses de la hanche et dans les ankyloses du genou. Le traitement du pied bot varus equin congénital, le traitement du pied bot paralytique, forment le sujet d'importants chapitres.

Dans les dernière pages sont énoncées les règles qui président au traitement orthopédique de la maladie de Little, au traitement du pied plat valgus douloureux et des déviations des orteils.

Ce qui fait la caractéristique du livre de MM. Berger et Banzet, c'est qu'il reflète bien l'idée orthopédique moderne, que chirurgie ne veut pas toujours dire intervention sanglante, et qu'en orthopédie on doit réserver une large part aux méthodes de redressement et de mobilisation par les massages, les manipulations, la mécano-thérapie.

D^r P. DESFOSSÉS.

5^e Sciences diverses

Prost (Eug.), *Chargé de cours à l'Université de Liège.* — **La Belgique agricole, industrielle et commerciale. Etude économique.** — 1 vol. in-8 de 343 pages avec 2 cartes hors texte. (Prix: 7 fr. 50.) Ch. Béranget, éditeur. Liège et Paris, 1904.

Malgré la faible étendue de son territoire, la Belgique est bien un des Etats les plus intéressants de l'Europe. La forte densité de sa population (228); l'état avancé de son agriculture, dans des conditions naturelles souvent défavorables, l'extension remarquable et la grande variété de ses industries, le réseau serré de ses routes, de ses canaux et de ses chemins de fer, le rapide accroissement de tonnage et le développement du port d'Anvers, tout cela nous paraît digne d'attirer et de retenir l'attention. M. Eug. Prost est un guide excellent pour qui veut connaître le développement économique de la Belgique, sous ses multiples faces, et son livre nous apporte une très importante contribution à l'étude de ces questions. C'est un inventaire complet, quoique s'en tenant aux grandes lignes, rempli de copieuses statistiques, puisées en grande partie aux sources offi-

cielles — souvent comparées avec celles des pays étrangers — et embrassant toute l'activité économique du pays. L'auteur débute par un aperçu de géographie physique, que nous aurions voulu plus détaillé, principalement en ce qui concerne le climat, un des facteurs essentiels de l'agriculture. Et nous aurons exprimé notre critique principale en disant que le défaut essentiel du livre est de manquer d'une solide base géographique, dont l'absence apparaît un peu partout, et en particulier dans la localisation des industries. Bien que l'ouvrage ne soit pas un manuel d'enseignement, sa tenue générale aurait été meilleure sans qu'il ait rien perdu de sa richesse de documentation.

Après avoir étudié les cultures et l'élevage, l'auteur consacre quelques pages très brèves à l'enseignement agricole et aux associations du même ordre. Ce sont là pourtant les deux faits qui distinguent l'agriculture des différents pays et permettent de la juger; aussi bien, aurions-nous aimé, là encore, plus de détails, et regrettons-nous davantage que l'auteur n'ait pas consacré un chapitre spécial au même sujet en ce qui concerne l'industrie et le commerce; les quelques renseignements disséminés que l'on recueille sur l'enseignement professionnel et les associations industrielles et commerciales nous apparaissent très insuffisants. En appendice, on trouvera le régime douanier appliqué aux marchandises à l'entrée en Belgique, et la liste des services réguliers de navigation maritime à vapeur qui desservent le port d'Anvers. Nos critiques, ainsi que les lacunes, faciles à faire disparaître, que nous avons signalées, n'enlèvent rien à la valeur documentaire du livre, qui renferme une masse de renseignements intéressants et nous fournit un bel exemple d'intense activité économique.

P. CLERGET.

Professeur à l'École de Commerce du Louve (Suisse).

Rist (D^r A.). — **La Philosophie naturelle intégrale et les Rudiments des Sciences exactes (1^{re} partie).** — 1 vol. in-8^o de 128 pages. Hermann, éditeur, Paris, 1904.

Nous ne connaissons pas les propriétés des corps, mais l'état de notre moi en présence de ces corps. La nature est une, et les phénomènes sont produits de l'activité. Nous conditionnons le monde sensible d'après nous-mêmes, en le posant.

M. le D^r Rist part de ces principes et les conduit jusqu'à leur aboutissement logique, pour asseoir les bases de sa *Philosophie naturelle intégrale* et établir ses *Rudiments des Sciences exactes*. Il nous donne, avec une Introduction dans laquelle il expose sa conception propre de la vie, ses idées personnelles sur le raisonnement mathématique en général et une étude sur les prolégomènes des géométries et de l'analyse numérique. Il est impossible de porter, dès aujourd'hui, un jugement définitif sur cette œuvre, dont la première partie seulement vient de paraître. Ce que l'on peut toutefois affirmer, c'est que l'ouvrage de M. le D^r Rist, qui abonde en vues originales, ne passera pas inaperçu, et que l'œuvre suscitera d'intéressantes polémiques.

LUCIEN ROULLET.

Préparation aux Carrières coloniales. Conférences faites sous les auspices de l'Union coloniale française. — 1 vol. in-12, avec préface de M. J. CHAILLEY-BERT. A. Challamel, éditeur, Paris, 1904.

L'organisation des colonies de domination, l'hygiène de l'Européen dans les pays chauds; des renseignements sur l'agriculture, le commerce et l'industrie en Nouvelle-Calédonie; des conseils à ceux qui veulent s'établir en Tunisie, en Indo-Chine; deux études documentées sur la Cochinchine et le Tonkin; des renseignements sur les cultures coloniales et un manuel d'hygiène des colons, des mieux conçus, tels sont les principaux chapitres de ce livre substantiel, indispensable à tous les jeunes gens qui se préparent aux carrières coloniales.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Février 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Hadamard démontre que les équations linéaires aux dérivées partielles pour lesquelles le principe d'Huygens a lieu ne sont autres que celles dont la solution fondamentale ne contient pas de partie logarithmique. — M. M. Fouché répond aux critiques de M. de Sparre relatives à ses recherches sur la déviation des graves. — M. A. Laussedat signale le levé très rapide d'une carte topographique d'une assez grande étendue, en Asie mineure, par le D^r Penther, à l'aide de la photographie. — M. J. Guillaume présente des observations de la comète Borrelly (1904 e) faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Lyon. — Le même auteur communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le 4^e semestre de 1904. Les taches ont augmenté tant en nombre qu'en étendue; les groupes de facules ont augmenté également. — M. A. Hansky a fait un certain nombre de déterminations actinométriques au sommet du Mont-Blanc; parmi les valeurs obtenues, celle de 3,29 cal. peut être considérée comme se rapprochant le plus de la vraie valeur de la constante solaire.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. L. Teisserenc de Bort a constaté que, loin du sol, la température, à quelques jours d'intervalle, peut présenter des écarts équivalents et même supérieurs à ceux qu'offre la température à une même heure près du sol et dans le même intervalle de temps. — M. J. Boussinesq démontre l'existence d'un ellipsoïde d'absorption dans tout cristal translucide, même sans plan de symétrie ni axe principal. — M. L. Houlléigne détermine l'épaisseur des lames transparentes de fer (obtenues par ionoplastie), par comparaison photométrique des transparences, ce qui permet de conserver les lamelles, tandis que la méthode de dosage colorimétrique du fer nécessite leur destruction. — M. Ch. Nordmann décrit un nouvel enregistreur à écoulement liquide de l'ionisation atmosphérique. — MM. Ch.-Eug. Guye et P. Denso ont déterminé la chaleur dégagée dans la paraffine soumise à l'action du champ électrostatique tournant de fréquence élevée. Pour une même fréquence, elle est proportionnelle au carré de la tension; pour une même tension, elle est proportionnelle à la fréquence. — M. E. Jungfleisch pense que les phénomènes lumineux de la phosphorescence du phosphore résultent presque exclusivement de la combustion spontanée de la vapeur d'un oxyde de phosphore volatil (émis par le P) arrivant au contact de l'oxygène. — M. F. Wallerant étudie la cristallisation des mélanges de corps isodimorphes. — M. H. Moissan a reconnu, dans la météorite de Cañon Diablo, la présence de silicure de carbone SiC, identique à celui qu'on prépare au four électrique. — MM. H. Moissan et Chavanne ont liquéfié et solidifié du méthane pur; il fond à -184° et bout à -164° sous 760 millimètres. Le fluor liquide réagit avec explosion sur le méthane solide. — M. A. Conduché a observé que les aldéhydes aromatiques réagissent sur le chlorhydrate d'hydroxylamine en donnant des composés caractéristiques; l'action de HCl régénère l'aldéhyde. — M. R. Lespieau, en faisant réagir l'épiéthylène sur l'acide cyanhydrique, a obtenu le nitrile $\text{CH}^2\text{OC}^2\text{H}^3$. $\text{CHOH.CH}^2\text{CAz}$, Eb. 243° - 245° ; l'acide correspondant perd H^2O par ébullition en donnant un acide non saturé. — MM. L. Bouveault et A. Wahl: Sur la non-existence de deux dioximidobutyrate d'éthyle stéréo-

isomères (voir p. 187). — M. E. Roux a constaté que la réversion de l'amylocellulose se produit sous l'action de l'eau à 150° - 155° en donnant naissance à de véritables amidons artificiels. — MM. A. Brochet et J. Petit ont reconnu que l'électrolyse des acides formique et oxalique peut être facilement réalisée par le courant alternatif; les résultats sont les mêmes qu'avec le courant continu et les rendements sont très élevés. — MM. E. Charabot et A. Hébert ont constaté qu'à l'abri de la lumière le basilic est susceptible de consommer l'huile essentielle qu'il renferme et notamment les composés terpéniques.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. J. Tissot a observé que l'action prédominante du chloroforme sur le cœur ou sur la pression artérielle croît régulièrement avec la dose de chloroforme absorbée. Les doses qui produisent la syncope cardiaque chez le chien sont celles qui abaissent la pression artérielle au voisinage de 5 centimètres de mercure ou au-dessous. — MM. A. Moutier et A. Challamel ont observé que, dans la d'arsonvalisation, l'action du lit condensateur n'est pas équivalente à celle de la cage auto-conductrice et qu'il est préférable d'employer cette dernière pour le traitement de l'hypertension artérielle. — M. M. Mendelssohn décrit les modifications fonctionnelles et nutritives qu'on observe chez la Torpille lorsque celle-ci est soumise pendant un temps plus ou moins long à l'action du bromure de radium. — M. H. Jumelle décrit deux *Dalbergia* à palissandre de Madagascar, qu'il considère comme espèces nouvelles et qu'il nomme *D. boinensis* et *D. Perrieri*. — M. P. Dop a constaté que le *Saprolegna Tureti* peut être, en présence de glucose, facultativement aérobie ou anaérobie; dans ce dernier cas, il produit une fermentation complexe, dont un des produits est l'aldéhyde glycérique. — M. P. Hallez a reconnu que le *Bougainvillia fruticosa* Allu. est le faciès d'eau agitée du *Bougainvillia ramosa* Van Ben. — M. A. Lacroix a étudié une série de roches éruptives basiques, périodites, gabbros et diabases, provenant de la Guinée française et qui forment une série pétrographique remarquablement homogène et continue. — M. H. Arsandaux a déterminé une série de roches recueillies dans le bassin de l'Aouache; ses résultats montrent l'énorme extension des roches alcalines acides entre Obock-Ijibouti et Adis-Abeba. — M. J. Bergeron présente ses recherches sur la tectonique de la région située au nord de la Montagne Noire.

Séance du 20 Février 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. Dienes complète un résultat de M. Pringsheim relatif à la série de Taylor sur le cercle de convergence. — M. G. Tzitzéica, considérant l'équation $y'' + k A(x) = 0$, et la suite k_1, k_2, \dots qui intervient dans le problème de Picard, démontre qu'en général il y a une valeur k' , comprise entre k_1 et k_2 , pour laquelle cette équation admet une intégrale périodique. — M. Em. Cotton montre que la connaissance d'un intervalle (E), où il existe une intégrale régulière de $dy'/dx = f(x, y)$, permet de donner un critérium simple servant à reconnaître qu'une fonction donnée est assez près de satisfaire à l'équation différentielle pour ne s'écarter de la solution exacte, dans tout l'intervalle (E), que d'une quantité inférieure à un nombre donné. — M. A. Petot étudie le mode de fonctionnement dynamique du différentiel des automobiles; il montre que chaque pignon satellite se comporte sensiblement comme le fléau d'une balance en équilibre, qui reçoit et transmet de chaque côté des

efforts égaux. — M. G. Bigourdan présente ses observations de l'éclipse partielle de Lune du 19 février 1903, faites à l'Observatoire de Paris. — M. Th. Moreux a observé la grande tache solaire de février 1903; elle lui paraît être la plus grande que les astronomes aient jamais observée: sa longueur est de 180.000 kilomètres, sa largeur est de 102.000 kilomètres et sa surface de 13 milliards de kilomètres carrés.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Meslin a déterminé le coefficient d'aimantation du bismuth; pour le bismuth cristallisé, il a trouvé, à 10°, $-1,39 \times 10^{-6}$, pour le bismuth fondu $-1,42 \times 10^{-6}$. — M. P. Melikoff rappelle qu'il a obtenu déjà en 1828 le perborate de soude $\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ décrit récemment par M. Jaubert. — MM. J. Bruhat et H. Dubois, en précipitant par l'alcool une solution de borate de potasse dans l'eau oxygénée, ont obtenu des cristaux de biperborate de potasse $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Par l'électrolyse d'une solution d'orthoborate de soude, ou par l'action de H_2O_2 , on obtient le perborate quadrihydraté $\text{NaBO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. — M. C. Matignon montre qu'il est possible de prévoir les réactions chimiques en utilisant: d'une part, la loi des phases ou la loi d'action de masse; d'autre part, la loi de constance de la variation d'entropie aux températures correspondantes. — MM. E. Jungfleisch et M. Godchot, en distillant l'acide lactique bien sec vers 250° sous une faible pression, ont obtenu l'acide vinyllactylactique $\text{OH} \cdot \text{CH}(\text{CH}_3) \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3) \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3) \cdot \text{CO}_2 \text{H}$, F. 39°, et le dilactide. — MM. L. Hugouenq et Morel, en faisant réagir COCl_2 dissous dans le toluène sur l'éther éthylique de la *l*-leucine à 130°, ont obtenu son carbimide $\text{COAz} \cdot \text{CH}(\text{CO}_2 \cdot \text{C}_2\text{H}_5) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3)_2$, Eb. 120°-130° sous 18 millimètres, ainsi qu'une urée substituée. — MM. P. Sabatier et J.-B. Senderens, en hydrogénant les nitriles au contact du nickel réduit, ont obtenu des amines primaires; mais, à la température atteinte par la réaction, il y a réaction secondaire, avec formation d' AzH_3 et d'amine secondaire; il y a également, quoique dans une proportion plus restreinte, formation d' AzH_3 et d'amine tertiaire. — MM. A. Haller et F. March, en faisant réagir en autoclave, à 220°-225°, les alcools sodés sur la β -méthylcyclohexanone, ont obtenu les alcools alcoylés correspondants. On a pu ainsi préparer les homologues du menthol. — M. Ch. Bernard a de nouveau répété, sans aucun résultat positif, les expériences de Friedel et de Macchiati sur la décomposition de l'extrait glycériné par la poudre de chlorophylle en dehors de l'organisme. — M. X. Rocques a analysé vingt-deux eaux-de-vie charentaises. Celles qui présentent une faible teneur en éthers renferment, par contre, une forte proportion d'alcools supérieurs.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. H. Kronecker estime que, même dans le cas où le faisceau musculaire atrio-ventriculaire existe, il ne joue aucun rôle dans la conduction des impulsions motrices du cœur, et que celle-ci se fait uniquement par l'intermédiaire d'éléments nerveux. — MM. A. Charrin et Le Play montrent que les variations de constitution des organes entraînent, dans les principaux processus pathogéniques, des différences qui font que, suivant chacun de ces organes, le mal revêt des allures spéciales. — M. Pariset montre que l'action hydrolysante produite sur le glycogène du foie par l'injection de suc pancréatique dans la veine porte est due au ferment amylolytique qu'il contient. — M. L. Lapique a reconnu que l'excitation nerveuse produite par une onde électrique très brève naît, dans les mêmes conditions que l'excitation de fermeture classique, à l'électrode négative, quelle que soit la forme de l'onde. Dans une onde très brève, la rupture de courant ne joue aucun rôle dans l'excitation. — M. Ch. Nicolle est parvenu à inoculer au *Macacus sinensis* la lèpre humaine et à produire des lésions qui ne diffèrent des lèpres humaines que par l'absence des cellules volumineuses remplies de bacilles. — M. E.-L. Bouvier a étudié les Palinurides et les Eryonides recueillis dans l'Atlantique oriental par les expéditions françaises et monégasques. Malgré

leurs affinités zoologiques, ils diffèrent beaucoup par l'étendue de leur distribution géographique, qui semble dépendre étroitement de leur distribution bathymétrique. — M. A. Cligny a reconnu que, chez les Pleuronectides, la multiplication des rayons est une variation progressive, et que les formes qui en ont le moins, généralement les plus septentrionales, paraissent ainsi les plus primitives. — M. L. Léger a trouvé, dans l'intestin des larves de *Ceratopogon solstitialis*, un nouveau type cellulaire de Grégarine à cytoplasme métamérisé, qu'il nomme *Taeniocystis mira*. — M. E. de Wildeman décrit deux lianes caoutchoutifères trouvées pour la première fois au Congo belge: le *Baiassa gracillima* (Landolphiée) et le *Periploca nigrescens* (Asclépiadée). — M. Aug. Chevalier a découvert, au cours de sa mission au Chari, un Caféier nouveau, qu'il nomme *Colfea excelsa* et qui produit un café dont la teneur en caféine et les qualités d'arôme et de goût font une sorte très estimable. — M. P. Guégen a observé que les canaux sécréteurs répandus dans le bois de la tige des Diptérocarpées présentent, par leur mode de développement dans le cambium et leurs anastomoses, une particularité qui n'a guère été signalée que chez les *Copaifera* et les *Daniellia*. — M. E.-C. Teodororesco a constaté que les zoospores des Algues, placées dans de l'eau salée refroidie jusqu'à -30°, supportent sans périr ces basses températures. — M. Léon Bertrand indique l'existence, dans les Pyrénées de la Haute-Garonne et de l'Ariège, d'une importante nappe charriée venue du sud et qui a été conservée, en avant de la zone primaire centrale en éventail, d'une façon remarquablement continue. — M. G.-D. Hinrichs a étudié les météorites tombées en 1875 à Amana (Iowa). Elles contiennent, en moyenne, 7 % de fer nickelé, 1,8 % de troilite et 91,2 % de silicates. — M. M. Boule signale l'installation de trois squelettes de Lion des cavernes dans la Galerie de Paléontologie du Museum.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 14 Février 1905.

M. Sevestre présente le biberon gradué de M. Variot indiquant la quantité de lait qui doit être donnée par chaque biberon, chez les enfants normaux, aux différents âges, ainsi que les intervalles et le nombre des tétées. — MM. A. Chantemesse et F. Borel montrent que l'écllosion des épidémies de fièvre jaune en Europe a été conforme aux règles de la théorie étiologique du moustique. — MM. Lannelongue et Achard ont confirmé expérimentalement l'observation clinique qui montre les bienfaits de l'immobilisation, aidée ou non de l'extension continue, des jointures devenues tuberculeuses, et les dangers qu'il y a à laisser les articulations tuberculeuses libres de leurs mouvements, et surtout à leur faire subir des mouvements en vue d'augmenter l'étendue du champ articulaire de ces jointures. — M. A. Josias signale un cas de fièvre typhoïde à début brusque, ayant simulé d'abord l'appendicite, puis la granulé, et terminé par la mort. A l'autopsie, on ne trouva ni appendicite, ni méningite, mais des lésions de fièvre typhoïde avec péritonite par propagation. — M. Moussu lit un Mémoire sur la qualité du lait des vaches tuberculeuses. — M. Maire donne lecture d'une Note sur un nouvel appareil pour les fractures de cuisses chez les nouveau-nés.

Séance du 21 Février 1905.

MM. A. Chantemesse et F. Borel montrent que la fièvre jaune ne saurait être considérée en France comme une maladie contagieuse; les mesures prophylactiques doivent viser la destruction du moustique pendant la traversée depuis les pays infectés jusqu'en France et à l'arrivée au port. — M. Fournier commence une étude sur les rapports de la paralysie générale avec la syphilis. — M. Boinet signale un cas de trans-

mission héréditaire homéomorphe d'un rétrécissement mitral de la mère au fœtus.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 Février 1905.

M. E. Retterer a reconnu que les ménisques interarticulaires du genou commencent par être des organes fibreux ou tendineux, pour devenir ensuite fibro-cartilagineux à la suite de l'apparition d'un nouveau cytoplasma dans le tissu. — **MM. H. Bertin-Sans** et **J. Gagnière** : Du mécanisme de l'accommodation (voir p. 184). — **MM. C. Nicolle** et **C. Comte** ont observé une grande résistance du *Vespertilio Kabli* au Trypanosome des dromadaires, qui ne détermine qu'une infection passagère. — **M. F. Dévé** signale un cas d'échinococcose hépatique secondaire, d'origine biliaire. — **MM. F. Dévé** et **M. Guerbet** ont trouvé dans le foie d'un malade des concrétions mixtes, à forte prédominance pigmentaire, s'étant produites autour de petits lambeaux de membranes hydatiques; il s'agit d'une cholélithiase d'origine hydatique. — **MM. A. Gilbert, M. Herscher** et **S. Posternak** ont constaté que la réaction attribuée par **Zoja** à la bilirubine appartient bien à cette substance, à condition qu'on agisse sur des solutions concentrées. Celle qu'il assigne à la lutéine n'est pas produite par elle et s'observe quand on traite des solutions peu riches en bilirubine. — **M. A. M. Bloch** a étudié la croissance des ongles; le facteur principal, mais non exclusif, est l'âge des sujets; la vitesse d'accroissement est maximum entre cinq et trente ans. — **M. L. Lavauden** a observé que la résistance du Poisson-chat à l'air libre est très considérable; elle provient de la constitution de sa peau, essentiellement glandulaire, qui sécrète un mucus protecteur, et de l'extension considérable des phénomènes respiratoires. — **M. G. Linossier** décrit un procédé simple pour le dosage du sucre et des substances réductrices dans l'urine; il repose sur l'emploi de ferrocyanure de K qui maintient l'oxyde cuivreux en dissolution. — **M. F. Arloing** a reconnu que la splénectomie favorise l'infection par les bacilles tuberculeux en culture homogène lorsqu'ils sont introduits dans le péritoine. — **M. P. Salmon** diagnostique la variole et la varicelle humaine par inoculation du virus dans la couche épithéliale de la cornée du lapin, qui réagit à la variole et non à la varicelle. — **M. A. Rodet** a vérifié la valeur antiseptique du savon commun, qui est capable de détruire tout au moins les éléments peu résistants et certains microbes fragiles, comme le bacille d'Eberth. — **M. E. Gellé** critique la méthode de **Bezold** pour la sélection des sourds-muets éducatibles par l'oreille. — **M. Pariset** a reconnu que l'action hydrolysante produite sur le glycogène du foie par l'injection de suc pancréatique dans la veine porte est due au ferment amylolytique qu'il contient. — **MM. A. Trillat** et **Turchet** : Nouveau procédé de recherche de l'ammoniaque (voir t. XV, p. 1105). — **MM. A. Pettit** et **J. Girard** ont observé, chez un cheval producteur de sérum, une hyperplasie réactionnelle des organes hémolympatiques, caractérisée par des phénomènes de multiplication cellulaire et de macrophagie. — **M. A. Guilliermond** a observé la présence de 8 chromosomes dans la caryocinèse du *Peziza vesiculosa*.

Séance du 18 Février 1905.

M. A. Laveran a étudié des préparations du sang de Bovidés et d'Equidés malades du Soudan anglo-égyptien. Il y a trouvé, entre autres, un Trypanosome nouveau, qu'il nomme *Tr. naumii*. — **MM. H. Lamy** et **André Mayer** ont constaté qu'au cours de la polyurie produite par l'injection intra-veineuse de sucre, les cellules rénales vivantes accomplissent un travail actif et électif. — **MM. Beaufils** et **J. P. Langlois** ont étudié l'action des peintures murales sur le ferment lactique et le bacille pyocyanique. — **MM. F.-J.** et **Ed. Bosc** ont observé que le virus claveleux emmagasiné par la sangsue conserve

indéfiniment ses qualités initiales. — **MM. J.-E. Abe-lous, A. Soulié** et **G. Toujan** proposent un procédé de dosage colorimétrique de l'adrénaline basé sur la teinte rose qu'elle prend en solution quand on lui ajoute une faible quantité d'iode. — **MM. G. Billard** et **Ch. Bruyant** ont conservé pendant longtemps des sangsues et des alevins dans une eau non renouvelée où s'était développée une culture d'algues. — **M. F. Dévé** a constaté que l'action des rayons X sur l'évolution des greffes hydatiques est absolument nulle. — **MM. E. Hédon** et **C. Fleig** ont reconnu que l'eau de mer est un liquide impropre au maintien des contractions du cœur. — **M. et M^{lle} Bourguignon** ont observé que le muguet peut végéter sous la forme de bâtonnets et peut même revêtir la forme de coccus. — **M. G. Moussu** établit que des vaches tuberculeuses sans lésions mammaires peuvent éliminer des bacilles tuberculeux dans leur lait; il faut donc rejeter de l'industrie laitière toute vache tuberculeuse, quel que soit l'état de ses lésions. — **M. Haaland** a observé dans un élevage de souris une épidémie causée par une *Pasteurella*. Les souris étaient atteintes de diarrhée et mouraient rapidement. — **M. L. Lapique** : Sur l'excitation des nerfs par des ondes électriques très brèves (voir p. 234). — **MM. J.-A. Sicard** et **Dopter** ont étudié au point de vue cytologique le liquide parotidien au cours des oreillons; on y trouve d'abord des éléments cellulaires, puis des éléments glandulaires nombreux. — **M. D. Anglade** montre que le ramollissement cérébral n'est pas une nécrose pure et simple, mais qu'il s'accompagne d'une encéphalite interstitielle, parfois limitée, susceptible souvent de diffuser à travers le système nerveux tout entier. — **MM. Coyne** et **Cavalié** ont découvert, dans les premières et deuxième molaires, au niveau de la pulpe, un véritable muscle lisse, indépendant des parois vasculaires, possédant vraisemblablement une fonction encore indéterminée. — **MM. Widal** et **Rostainé** ont observé, chez un malade qui avait des attaques d'hémoglobulinémie et d'hémoglobulinurie à la suite de la moindre impression de froid, une insuffisance de l'antisensibilisatrice que le sang renferme à l'état normal pour protéger ses propres globules contre les sensibilisatrices qu'il charrie constamment.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 7 Février 1905.

MM. J. Carles et **Michel** ont constaté que la substance rénale, administrée par ingestion et sous forme de macération, possède un pouvoir néphrotoxique important. — **M. Ch. Pérez** décrit l'*Hersiliodes Pelsenarii* Canu, qui vit en parasite sur un Clyménéen de Wime-reux. — **MM. Ch. Blarez** et **G. Denigès** ont reconnu qu'à la suite de l'empoisonnement par l'acide arsénieux l'organisme humain, en dehors du toxique trouvé dans l'appareil gastro-intestinal, peut renfermer, dans l'intimité de ses tissus, des doses d'arsenic bien plus élevées (60 à 70 centigrammes) que les doses minima communément admises comme devant amener la mort (7 à 30 centigrammes). — **MM. J. Bergonié** et **Tribondeau** ont provoqué une aspermatogénèse complète du testicule du Rat après une seule exposition aux rayons X. — **MM. J. Bergonié, L. Tribondeau** et **D. Récamier** ont constaté que les rayons X, même à doses peu élevées, déterminent l'atrophie de l'ovaire de la lapine. — **M. R. Cruchet** signale un cas d'hémianesthésie hystérique, où l'entrée en jeu du sens stéréognostique réveillait la sensibilité thermique au niveau de la main. — **M. J. Sabrazès** a observé que, dans l'anémie pernicieuse métaplasique, les taches formées par des gouttes de sang sur papier buvard sont entourées d'un liséré clair qui persiste indéfiniment après dessiccation. — **MM. R. Ducrot** et **J. Gautrelet** ont constaté la présence des pigments normaux du sérum sanguin dans le liquide céphalo-rachidien après suppression physiologique des plexus choroides.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 14 Février 1965.

M. L. Sencert signale un cas d'arrêt de la torsion de l'anse intestinale primitive, constaté à l'autopsie d'un nouveau-né. — **M. A. Prenant**, étudiant l'épithélium œsophagien du Triton, y a trouvé des cellules ciliées, des cellules muqueuses et des cellules intermédiaires entre les deux formes précédentes. — **M. S. Christens** a reconnu que des phénomènes convulsifs se manifestent chez la chèvre à la suite de la thyro-parathyroïdectomie. — **MM. P. Haushalter** et **R. Collin** ont déterminé les lésions histologiques du cerveau et de la moelle dans un cas de rigidité spasmodique généralisée. La lésion initiale réside dans l'écorce cérébrale, qui est dépourvue d'un grand nombre de ses éléments caractéristiques, les neurones pyramidaux. — **M. Bellieni** décrit une méthode pratique et simplifiée de microphotographie, basée sur l'adjonction au microscope d'un appareil photographique à main. — **M. Th. Guilloz** indique un procédé de détermination de la grandeur réelle des objets dans les photomicrographies.

MM. Simon et **Sencert** sont élus membres titulaires.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Février 1965.

M. P. Langevin appelle l'attention de la Société sur certains résultats obtenus à l'étranger dans les dernières années et qui apportent une contribution importante à l'explication des phénomènes si complexes de la *décharge disruptive*. En particulier, le phénomène d'ionisation par les chocs, dont l'étude détaillée est due principalement à **M. Townsend**, d'Oxford, semble constituer un des faits élémentaires, une des lettres de l'alphabet, grâce auquel il sera possible de déchiffrer l'ensemble des manifestations multiples de l'étincelle électrique. Il a déjà permis à **M. Townsend** d'éclaircir de manière satisfaisante ce qui constitue en quelque sorte le seuil de la décharge disruptive, le problème du potentiel explosif, et de prévoir à quelques volts près la différence de potentiel nécessaire pour faire éclater une étincelle entre deux surfaces conductrices planes et parallèles séparées par un gaz sous pression quelconque. — **M. A. d'Arsonval** présente, au nom de la Société industrielle des Téléphones, un nouveau téléphone hygiénique (voir p. 190). — **M. P. Villard** s'est proposé de répéter les expériences très anciennes de **Hittorff** sur l'enroulement des rayons cathodiques dans un champ magnétique (hélices, spirales, circonférences). La cathode employée est un disque d'aluminium de 8 à 12 millimètres de diamètre, placé dans une sorte de boîte constituée par une coupe en verre fermée par une plaque de mica percée d'une ouverture de 3 à 4 millimètres, soit par un anneau en verre fermé par deux micas dont l'un est percé. Cette ouverture est placée en face du point de la cathode par lequel on veut produire l'émission, et, l'afflux cathodique se trouvant ainsi très resserré, l'émission n'a lieu qu'en face du centre de l'ouverture. La distance entre le mica et la cathode est de 2 à 3 millimètres, ce qui laisse toute liberté de déviation aux rayons. On obtient ainsi un pinceau très fin, peu divergent, et de grande densité au centre, mais entouré de rayons aberrants. On arrête ceux-ci, quand cela est nécessaire, au moyen d'un écran de mica percé d'une ouverture de 1 à 2 millimètres placée sur la trajectoire prévue. Le vide est toujours fait sur l'oxygène pur, dans lequel le trajet des rayons est très visible et très net. Un petit tube latéral contient quelques centigrammes d'oxyde d'argent très pur, préparé sans faire usage de filtres ni de caoutchouc. On chauffe légèrement cet oxyde pour régénérer l'ampoule usée; on fait passer le courant pendant deux ou trois heures pour élever, au contraire, le degré de vide. *Champ uniforme*. Le faisceau est diaphragmé comme il vient d'être dit, après une demi-spire ou

trois demi-spires de l'hélice à obtenir. On observe ainsi très aisément une dizaine de spires. Mais, si le champ est intense (500 unités et au-dessus), bien que le trajet total correspondant à un nombre donné de spires soit alors relativement faible, on n'observe plus que 5 ou 6 spires au plus; on constate que le rayon s'affaiblit rapidement et que de tous ses points partent des rayons magnétocathodiques en lesquels il finit par se résoudre (d'autres expériences ont confirmé cette observation). L'hélice, parfaitement régulière d'ailleurs, finit ainsi par se transformer en un simple cylindre magnétocathodique. Si les rayons sont dirigés normalement au champ, ils forment une famille de circonférences qui sont assujetties à la seule condition de repasser par le point de départ, qui est un point de la trajectoire. A l'opposé de ce point s'observe le maximum de dispersion du faisceau. (Pour cette expérience, la boîte cathodique doit être d'épaisseur aussi faible que possible.) En faisant passer le faisceau par une fente, on élimine les rayons obliques qui donneraient des hélices. Dans cette expérience, on constate encore l'émission de rayons magnétocathodiques par tous les points du faisceau. *Champ non uniforme*. Dans un champ non uniforme, les rayons ne s'enroulent pas sur un tube de force, comme l'auteur l'avait affirmé dans une autre publication. Il se passe le singulier phénomène que voici : Supposons l'ampoule placée entre les pôles coniques de l'électro-aimant, la cathode assez éloignée de l'axe du champ et près d'un des pôles : le faisceau s'enroule suivant une courbe hélicoïdale de pas et de diamètre d'abord croissants, jusqu'au milieu de l'entrefer; puis, en se rapprochant du pôle opposé, le pas de la spirale diminue plus vite que son diamètre et s'annule avant que les rayons n'aient atteint la paroi, puis devient négatif, et le faisceau revient en arrière, décrivant une hélice semblable à la précédente, mais dont la direction générale forme un angle notable avec celle de la première, en sorte que l'hélice de retour s'écarte de plus en plus de l'hélice d'aller. Revenus près du pôle de départ, les rayons enroulés s'arrêtent encore, rebroussement chemin et ainsi de suite; l'ensemble serait à peu près représenté par un ressort en hélice qu'on aurait replié en zigzag. Aucun rayon ne peut arriver aux parois de l'ampoule, qui ne sont atteintes que par les rayons magnétocathodiques issus de toutes les spires. Si l'on considère les axes des tubes fusiformes sur lesquels s'enroule le faisceau cathodique dans ses allées et venues d'un pôle à l'autre, l'ensemble de ces axes constitue une ligne en zigzag qui n'est pas plane, mais tracée sur une surface de révolution ayant pour axe l'axe du champ, de telle sorte que, si aucun obstacle n'est interposé, et si les rayons cathodiques ne s'évanouissent pas progressivement, on aurait ce singulier spectacle d'un enroulement qui se réfléchit en quelque sorte à une distance bien définie des pôles de l'électro, et s'enroule lui-même autour de l'axe du champ magnétique. Pratiquement on peut observer cinq ou six allers et retours de la spirale cathodique. **M. Jean Perrin** et **M. Paul Langevin** font remarquer tous deux que la production des rayons magnétocathodiques tout le long du rayon cathodique pourrait sans doute s'expliquer par l'ionisation que produit dans l'ampoule le choc des particules cathodiques contre les molécules du gaz raréfié. Les rayons cathodiques de faible vitesse qui se formeraient ainsi s'enrouleraient aisément autour des lignes de force du champ magnétique. **M. Villard** ne conteste pas que cette explication, qui se présente tout naturellement, ne soit extrêmement séduisante; cependant, il lui semble qu'il y a encore certains détails d'expérience que cette explication ne suffirait pas à éclaircir.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 10 Février 1965.

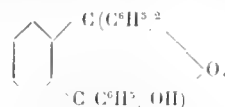
M. Nicolardot montre que, quand les combinaisons complexes du sesquioxyde de fer (modification brune)

se coagulent sous l'action de la chaleur, par l'addition d'acides ou de sels, la coagulation a lieu suivant les lois ordinaires de la Chimie. La loi des proportions définies s'applique aux solutions colloïdales de l'hydrate ferrique avec la même force qu'aux cristalloïdes. L'auteur fait ressortir, en outre, les propriétés curieuses de l'hydrate ferrique, qui permet de mettre en évidence la valence des acides et l'existence de fonctions alcooliques dans les acides organiques. Enfin, il établit que le sesquioxyde de fer, dans les solutions d'alcool, de glycol et, en général, d'un alcool polyvalent, joue le rôle d'un acide condensé, et que, dans ces conditions, les ferrites alcalins sont stables. **M. J. Duclaux** pense que, s'il est possible de faire rentrer, par une interprétation convenable, les propriétés de l'hydrate ferrique colloïdal dans le type ordinaire des réactions entre cristalloïdes, il faut, pour étendre cette interprétation aux autres classes de colloïdes (sulfures, ferrocyanures, etc...), les retenir tous sous une même dénomination de corps condensés, ce qui revient à remplacer un mot par un autre. En effet, il reste, au point de vue chimique et surtout au point de vue physico-chimique, diverses propriétés qui conduiraient à admettre, pour ces corps condensés, des lois différentes de celles qui régissent les cristalloïdes : telle est l'action du courant électrique. — **M. A. Kling** montre que, dans la chloruration des cétones aqueuses, en présence de marbre, c'est l'acide hypochloreux qui agit comme chlorurant. D'autre part, il étudie les produits obtenus dans la chloruration de la méthyléthylcétone. Il montre que l'un des dérivés monochlorés qui se forme et qui bout à 136° n'était pas connu jusqu'ici à l'état de pureté. Il en fixe la constitution en le transformant en alcool cétonique, puis en glycol $C^2H^5 \cdot CHOH \cdot CH^2OH$. Le dérivé chloré Eb. 136° est donc bien $C^2H^5 \cdot CO \cdot CH^2Cl$. — **M. L. Maquenne** a obtenu du β -méthylglucose en méthylation à froid, par le sulfate de méthyle et la potasse, une solution de glucose à pouvoir rotatoire stable $+52^{\circ},5$. Il résulte de là que la liqueur contenait du glucose à pouvoir rotatoire faible, ce qui est conforme aux idées actuelles sur la constitution du glucose dissous dans l'eau. **M. Tanret** rappelle que, dans une séance précédente, il a montré que le glucose, le galactose et le lactose, et probablement aussi tous les sucres à multi-rotation, se transforment partiellement en solution : les sucres α (à pouvoir rotatoire plus élevé) en sucres β (à pouvoir rotatoire le plus faible) et les sucres β en sucres α , jusqu'à ce qu'un certain équilibre soit établi : le pouvoir rotatoire est alors devenu stable. Du glucose, qui, en solution à 1/10, a $\alpha_D = +52^{\circ},50$, est constitué, par exemple, de 0,368 glucose α ($\alpha_D = +110^{\circ}$) et de 0,632 glucose β ($\alpha_D = +19^{\circ}$). Les anciens sucres γ deviennent maintenant sucres β , la forme γ n'étant pas une modification moléculaire au même titre que ces modifications α et β . Les sucres β diffèrent physiquement des sucres α par leur pouvoir rotatoire, qui est plus faible, et leur solubilité, qui est beaucoup plus grande, chimiquement aussi par leur faible affinité pour l'eau. Alors que le glucose ordinaire et le sucre de lait (sucres α) ne se déshydratent, le premier que vers 60°, et le second qu'à 130°, si on mélange intimement au glucose β ou au lactose β (qui sont anhydres) assez d'eau pour les hydrater, ils perdent cette eau par une simple exposition sur l'acide sulfurique.

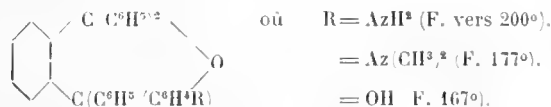
SECTION DE NANCY

Séance du 1^{er} Février 1905.

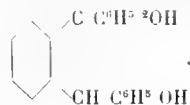
MM. A. Guyot et J. Catel communiquent le résultat de leurs recherches sur les produits de condensation du bromure de phényl-magnésium avec les éthers *o*-phtalique et *o*-benzoyl-benzoïque (F. 52°) et sur les composés furfuraniques qui en dérivent. L'action du bromure de phényl-magnésium en large excès sur ces deux éthers donne naissance au même produit : le triphényl-oxy- $\alpha\alpha'$ -benzo- $\beta\beta'$ -dihydro- $\alpha\alpha'$ -furfurane :



La formule de constitution de ce composé résulte, d'une part, de l'étude de ses propriétés, et, d'autre part, du fait qu'on l'obtient encore avec d'excellents rendements dans l'action du bromure de phényl-magnésium sur la diphenyl-phtalide. D'ailleurs, les auteurs ont constaté la formation de cette même diphenyl-phtalide, à côté de faibles quantités de son isomère, l'*o*-dibenzoyl-benzène, dans l'action ménagée du composé organo-magnésien sur l'éther benzoyl-benzoïque (F. 52°), et à côté d'acide benzoyl-benzoïque dans l'action ménagée du même bromure sur l'éther *o*-phtalique. Grâce à la présence de son hydroxyle carbinolique, ce dérivé furfuranique se condense facilement avec les phénols et les amines aromatiques pour donner des composés du type :



L'acide sulfurique concentré transforme presque instantanément ces derniers composés en leurs isomères dérivés du dihydure d'anthracène- γ -triphényl- γ -hydroxylé. Le triphényl-oxy- $\alpha\alpha'$ -benzo- $\beta\beta'$ -dihydro- $\alpha\alpha'$ -furfurane, traité par l'amalgame de Na en solution alcoolique, fixe deux atomes d'hydrogène avec rupture du noyau furfuranique et donne l'*o*-benzhydryl-triphényl-carbinol :



Ce dernier composé, traité en solution acétique par HCl, perd une molécule d'eau et donne le triphényl- $\alpha\alpha'$ -benzo- $\beta\beta'$ -dihydro- $\alpha\alpha'$ -furfurane. Si on remplace dans cette préparation HCl par l'acide sulfurique, on obtient par une déshydratation plus profonde le diphenyl-anthracène symétrique¹. — **M. Minguin** a pris le pouvoir rotatoire d'un certain nombre de sels de strychnine dans une solution contenant 2/3 d'alcool benzylique et 1/3 d'alcool éthylique absolu. Il dissout 0 gr. 334 de strychnine et la quantité équimoléculaire d'acide dans 25 centimètres cubes du solvant ; il observe sous une épaisseur de 20 centimètres. Pour un certain nombre de sels, la déviation va en augmentant si l'on ajoute plus d'acide que n'en réclame la théorie, puis, à un moment donné, reste constante quelle que soit la quantité d'acide en excès. Ce fait ne s'explique que par une dissociation des sels au sein du dissolvant, et la différence observée entre la déviation première et la déviation permanente est en rapport avec la force de l'acide. Il constate aussi l'influence de la double liaison sur l'activité optique. — **M. E.-E. Blaise** expose la suite de ses recherches sur l'oxygène quadrivalent. Il montre que, dans les combinaisons de l'iodure de magnésium avec les éthers-oxydes, les acétals et les ortho-éthers, il y a union intime par l'atome d'oxygène du groupement carboné et de la molécule métallique. Ces recherches l'ont également conduit à une méthode générale de préparation des éthers chlorés. — **MM. E.-E. Blaise et Courtot** montrent que les dérivés organo-magnésiens sont susceptibles de se fixer sur la liaison éthylénique des éthers non saturés acycliques. C'est ainsi qu'en faisant réagir l'iodure de magnésium-méthyle sur le méthacrylate d'éthyle, on obtient une cétone saturée : la méthyl-1 : 3-pentanone-2. La réac-

¹ HALLER et GUYOT ; *Bulletin Soc. Chimique*, 1904, t. XXXI, p. 795.

tion exige la présence d'un groupement électronégatif en position α par rapport à la double liaison. — **MM. P.-Th. Müller et Allemandet** ont étudié les potentiels électrolytiques des alcalis (KOH, NaOH, LiOH, TlOH, Ba(OH)₂, Sr(OH)₂, Ca(OH)₂) à l'aide des piles à Hg et oxyde de Hg opposées à l'électrode au calomel et au sein d'un électrolyte formé d'une solution décime de nitrate de potassium, le tout à 25°. Les différences entre les alcalis disparaissent à partir de la dilution 1 % équivalent. On peut alors exprimer la différence de potentiel ϵ de tous les alcalis par une seule formule contenant comme variable la seule concentration C :

$$\epsilon = 0,000198 T \log \frac{10^{-6} \times 3,994}{C}$$

La potasse fait exception à cause de l'influence homionique du nitrate de potassium. Les auteurs montrent que la méthode permet de déterminer : 1° La constante de dissociation de la potasse; 2° L'hydrolyse alcaline des sels sans action sur l'oxyde de Hg, tels que borax, Na₂CO₃, etc. Les études sont poursuivies.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 8 Décembre 1904 (suite).

M. P. A. Mac-Mahon communique ses recherches sur la théorie de la répartition des nombres. Il étudie en particulier les propriétés des carrés magiques. — **M. O. J. Lodge**: Sur un moyen de produire un courant continu à haut voltage ou « permanent ». Les méthodes jusqu'ici employées pour lancer un courant à travers une très haute résistance reposent sur l'emploi soit d'une forte machine statique à induction (Wimshurst ou autre), soit d'une batterie à un grand nombre de piles. L'auteur trouve que, par l'emploi des rectificateurs à mercure à haute tension, le même résultat peut être obtenu avec des sources d'électricité ordinaires, en transformant et utilisant le courant de tout circuit continu ou alternatif. — **Sir J. Dewar et M. R. A. Hadfield**: Effet de la température de l'air liquide sur les propriétés mécaniques et autres du fer et de ses alliages. A part certaines exceptions, l'effet des basses températures est d'accroître d'une façon remarquable la charge de tension maximum pour le fer et ses alliages et de réduire la ductilité à une valeur presque nulle. Ces changements sont presque identiques dans le fer forgé le plus doux et dans les aciers au carbone de 0,10 à 20 % jusqu'à 1,25 ou 1,50 % de C: l'absence ou la présence du carbone a donc peu d'influence. La présence du nickel communique au fer une grande dureté aux basses températures. En effet, tandis que le fer le plus pur devient très cassant sous l'influence de ces températures, le nickel s'améliore plutôt, non seulement sous le rapport de la ténacité, ce qui est aussi le cas du fer, mais aussi sous le rapport de la ductilité, à l'inverse du fer. La présence du nickel dans un alliage de fer contenant peu de carbone est donc un préservatif de la fragilité.

Séance du 15 Décembre 1904 (suite).

M. F. H. Jackson: La fonction gamma basique et les fonctions elliptiques. — **M. E. Cunningham**: Sur la série normale satisfaisant aux équations différentielles linéaires. — **M. Ch. Chree** analyse et discute les résultats obtenus avec les magnétographes de Falmouth pendant les jours « tranquilles » de 1891 à 1902. Les variations séculaires totales de la déclinaison de 1891 à 1900 à Kew et à Falmouth sont identiques, et les variations d'années en années presque semblables. Les variations annuelles de la force horizontale enregistrées dans les deux stations ne concordent pas aussi bien, et en moyenne la variation à Falmouth est la plus forte. — **Sir William Crookes** a mesuré le spectre ultra-violet du gadolinium en utilisant un échantillon de gadolinite très pure transmis par M. G. Urbain. La

plupart des longueurs d'onde données sont identiques à celles qu'avaient déjà publiées **MM. Exner et Haschek** en 1902; d'autres sont nouvelles; quelques-unes doivent être supprimées comme appartenant à des impuretés; les principales impuretés trouvées sont l'yttrium, l'euporium, le samarium, l'ytterbium, le bismuth, le magnésium et le scandium. Dans le spectre de phosphorescence de la gadolinite, l'auteur a retrouvé les bandes qu'il attribue au victorium; ce nouvel élément serait donc aussi présent à l'état d'impureté dans le gadolinium. — **M. B. D. Steele**: Les hydrures d'halogènes comme solvants conducteurs. III. Les nombres de transport. L'auteur a déterminé les nombres de transport des substances suivantes: éther, bromure de triéthylammonium, acétone, méthylhexylcétone, dissoutes dans l'acide bromhydrique liquéfié, à la température de — 81°. Voici les valeurs trouvées pour le nombre de transport du cation :

	CONCENTRATION en gr. mol. par litre	NOMBRE de transport
Ether	1,0	0,82
Bromure de triméthyl-ammonium.	0,5 à 0,75	0,20
—	1,0	0,33
Acétone	1,0	0,38
—	1,8	0,95
Méthylhexylcétone	0,9	0,39
—	1,8	0,77

On voit que le nombre de transport du cation augmente avec la concentration. — **MM. B. D. Steele, R. Mac Intosh et E. H. Archibald**: Les hydrures d'halogènes comme solvants conducteurs. IV. Les auteurs montrent que les résultats anormaux (diminution énorme de μ avec la dilution) obtenus avec les solutions conductrices d'hydrures d'halogènes liquéfiés peuvent s'expliquer très simplement si l'on suppose que la substance dissoute entre en combinaison avec le solvant et que le composé formé subit la dissociation ionique. Cette hypothèse est confirmée par les résultats des déterminations de poids moléculaires, qui sont, dans plusieurs cas, plus élevés que la normale, ce qui montre l'existence d'une certaine association.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 8 Décembre 1904.

M. E. Fischer présente une communication sur les recherches qu'il vient de faire de concert avec **M. Umetaro Suzuki** sur les polypeptides des diamino-acides. Les acides diamino-propioniques et les substances si importantes au point de vue biologique que sont la lysine, l'histidine et l'arginine, se convertissent, comme les amino-acides simples, en dipeptides ou dérivés diacétylaminés par le chauffage de leurs éthers. — **M. Königsberger** communique un Mémoire sur le principe d'énergie appliqué au potentiel cinétique d'un ordre quelconque et d'un nombre de variables indépendantes et dépendantes illimité. Continuant ses recherches antérieures relatives aux principes de la Mécanique, l'auteur considère les différences qu'on trouve entre le principe de la conservation de l'énergie, pour les potentiels cinétiques d'un ordre quelconque, mais à une seule variable dépendante, et le principe d'énergie appliqué à un nombre illimité de variables indépendantes. — **M. Schottky** présente une Note de **M. H. Jung** (de Marbourg) sur les périodes des intégrales réduites de première espèce.

Séance du 15 Décembre 1904.

M. F. F. Schulze vient d'étudier la structure et le développement de certains organismes marins considérés soit comme éponges cornées, soit comme foraminifères. Il résulte des recherches de l'auteur, faites sur un matériel très riche et qui provenait de plusieurs expéditions marines, que ces organismes constituent un groupe spécial de Rhizopodes pour lesquels

M. Schulze propose le nom générique de *Xenophyophora*. Ils se composent de cordons ramifiés comme les branches d'un arbre ou bien réunis en réseaux, étroitement entourés de tubes organiques délicats avec lesquels ils se trouvent fixés dans un squelette mou de corps étrangers englobés. La forme de ces squelettes, traversés dans certaines espèces par des fils cornés minces, est caractéristique des espèces et des genres. — M. Emile Cohn présente un second Mémoire sur l'électrodynamique des systèmes en mouvement. Les équations fondamentales de Dynamique électrique, à l'opposé de celles de la Mécanique, changent de forme lorsqu'elles se rapportent à un système de coordonnées animé d'un mouvement uniforme. Ce fait a suggéré l'idée que le système au repos absolu pourrait être trouvé par l'expérience et que les étoiles fixes ne seraient autre que ce système. Or, l'auteur fait voir que c'est là une erreur.

Séance du 22 Décembre 1904.

M. Van't Hoff présente une communication ultérieure sur les conditions de formation des dépôts de sels océaniques; ce sont les températures de formation au-dessous de 25° qui font l'objet de ce Mémoire. De concert avec M. Meyerhoffer, l'auteur établit que la glauabérite prend naissance au-dessous de 18°, alors que la thénardite (l'hexahydrate du sulfate de magnésium), la kiesérite, la léonite et l'astrakanite disparaissent respectivement à 13,5°, 13°, 18° et 4,5°. — M. G. Helmann a étudié la rareté des pluies sur les côtes planes de l'Allemagne. L'auteur fait voir que l'opinion généralement adoptée, suivant laquelle les côtes seraient plus riches en pluies que les terrains continentaux situés en arrière, n'est vraie que des terrains en pente. Toutes les fois qu'on dispose d'observations relatives à un réseau assez dense, comme c'est le cas des côtes allemandes, on remarque que les côtes planes sont moins riches en pluie que les terrains continentaux situés en arrière. — M. Dilthey présente une étude sur les fondements des sciences philosophiques. A l'égal de la conscience philosophique de soi-même, les fondements des sciences doivent s'étendre à toutes espèces de connaissance, tant à celle de réalité qu'à l'appréciation et à l'établissement des fins et des règles. La théorie du savoir doit résoudre de prime abord deux problèmes relatifs aux bases des sciences pures. Les sciences physiques et les sciences historiques forment deux hypothèses, partant d'une condition indépendante de la conscience individuelle empirique et relatives à ses expériences, supposant que notre activité intellectuelle, en tant qu'elle évolue dans les formes et d'après les règles qui s'attachent à la conscience d'évidence, conduit à un savoir qui permet de connaître ces facteurs indépendants du sujet empirique. La solution du second problème, à laquelle l'auteur s'attaque d'abord, se base sur une comparaison de la structure logique dans ses liaisons différentes, essayant de réaliser la connaissance de réalité, l'appréciation et l'établissement des fins et des règles.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 5 Janvier 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. Klug : Construction du relief d'une surface de deuxième ordre.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. von Fieker communique ses études sur la dynamique du foehn, basées sur des observations faites à Innsbruck et dans des stations voisines. Il cherche en particulier à expliquer les phénomènes d'interruption et de reprise soudaines du foehn. — M. J. Hann présente des recherches sur la météorologie de l'équateur, d'après les observations recueillies à Para depuis quelques années par M. E. Goeldi. — MM. R. Hoernes et F. Seidl : Le tremblement de terre de la Basse-Styrie et de la Carniole du 31 mars 1904. — M. H. Kurrein, en faisant réagir le

chlorure d'éthylalyle sur l'éther malonique sodé, a obtenu l'éther d'un acide tribasique, Eb.86° sous 12 millimètres. L'acide correspondant $\text{HOOC.CO.CH(COOH)}_2$ cristallise avec 2 molécules d'eau et perd CO_2 par chauffage. — M. M. Samec, en condensant le formisobutylaldol avec la diméthylaniline en présence de ZnCl_2 , a obtenu une base $(\text{CH}_3)_2\text{Az.C}^6\text{H}^4.\text{CH}_2.\text{C}(\text{CH}_3)_2.\text{CH}(\text{C}^6\text{H}^4.\text{Az})(\text{CH}_3)_2$, donnant par oxydation un anhydride $\text{C}^{12}\text{H}^{17}\text{Az}_2$, d'où l'on peut revenir par réduction à la leucobase primitive; les sels de la base sont colorés.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. E. Heinricher a étudié quelques membres de la famille des Rafflésiacées, en particulier le *Brugmansia Zippelii*. Il signale la courte durée de la fleur : un jour et demi à 2 jours; la fleur fraîche n'a pas un parfum désagréable; celui-ci ne se développe qu'après qu'elle est fanée. Le pollen n'est pas poussiéreux, mais forme une masse visqueuse. — M. F. Berwerth poursuit ses recherches géologiques sur l'aile sud du tunnel du Tauern.

Séance du 12 Janvier 1905.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. B. Zölss analyse les observations de dispersion de l'électricité faites à Kremsmunster en 1903-1904. La moyenne annuelle de la dispersion a été de 1,35 pour 1903 contre 1,32 pour l'année précédente. Le maximum se trouve en septembre et le minimum en janvier. La marche diurne a une période double : les minima s'observent au lever et au coucher du Soleil, le maximum principal au moment de la plus haute température et le maximum secondaire dans la nuit. — M. J. Wittmann confirme les formules de Firba pour la solanine, le glucoside des pommes de terre, et la solanidine, base qui en dérive par hydrolyse. Les produits sucrés de l'hydrolyse seraient le galactose, le rhamnose et un autre sucre complexe; l'auteur n'a pas trouvé de dextrose, ni d'aldéhyde crotonique. — M. W. Suida a recherché si, en rendant inactifs les groupes atomiques chimiquement actifs des fibres textiles, tout en conservant la structure de ces dernières, la teinture par les matières colorantes basiques ou acides de la houille en solution neutre a encore lieu. Avec le coton, une acylation partielle est seule compatible avec la conservation de la structure de la fibre; les produits obtenus se comportent vis-à-vis des colorants absolument comme le coton non traité. La laine de mouton est transformée très facilement par les moyens d'acylation ou par traitement avec l'alcool et l'acide sulfurique, sans changement de structure, en un produit qui n'est presque pas coloré par les colorants basiques, mais qui est très fortement coloré par les colorants acides en solution neutre. Par saponification avec le carbonate d'ammonium dilué, les fibres ainsi traitées sont ramenées à leur état initial. Par éthérification de la soie avec l'alcool et l'acide sulfurique, on obtient un résultat analogue. Ces résultats sont en faveur d'un processus chimique dans la teinture des fibres animales et de phénomènes purement physiques dans la teinture du coton.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. G. Antipa : Les Clupéides de la partie occidentale de la Mer Noire et des bouches du Danube. L. BRUNET.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Janvier 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Cardinaal : Les équations qui déterminent le lieu géométrique des axes principaux d'un faisceau de quadriques. Complètement analytique à une étude synthétique (*Rev. gén. des Sciences*, t. XVI, p. 44). L'auteur parvient à une équation de l'ordre douze, en forme de déterminant, qui permet de développer l'équation de la surface du neuvième ordre dans tous les cas possibles. Ensuite, il donne quelques indications relatives à des cas particuliers.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen : Notice nécrologique sur Th. H. Behrens,

professeur de Microchimie à l'École Polytechnique de Delft de 1869 à 1903, auteur d'un manuel : « Die mikrochemische Analyse », traduit en plusieurs langues. — **M. H. A. Lorentz.** *Le mouvement des électrons dans les métaux.* Seconde communication (pour la première, voir *Rev. gén. des Sciences*, t. XVI, p. 139). 11. Déduduction de la formule $F = iR$, faisant connaître l'intensité i du courant dans un circuit thermo-électrique fermé. 12. Les énergies de chaleur :

$$W_1 = \frac{2\pi m i A}{3h^4} \frac{dh}{dx}, \quad W_2 = \frac{mi}{c\Sigma h},$$

développées dans un circuit où circule un courant d'intensité i . 13. Décomposition de la quantité de chaleur développée :

$$q = w - \frac{d}{dx}(W\Sigma) dx$$

en trois parties, la chaleur développée $\int \frac{j^2}{\Sigma} dx$ correspondant à la loi de Joule, la chaleur de conduction :

$$\frac{d}{dx}(W_1\Sigma) dx,$$

indépendante de i , et la chaleur :

$$\frac{mi}{2ch} \frac{d \log \Lambda}{dx} dx,$$

qui change de signe avec i et mène à l'effet de Peltier et l'effet de Thomson. 14. Les résultats obtenus sont d'accord avec la théorie thermodynamique des courants thermo-électriques. 15. La conclusion, déduite de plusieurs expériences, que les électrons négatifs sont de beaucoup plus mobiles que les électrons positifs, amène l'auteur à examiner ce qu'on peut atteindre à l'aide d'une théorie n'admettant que des électrons libres négatifs. — Ensuite **M. Lorentz** présente au nom de **M. J. J. van Laar** : *Sur quelques phénomènes remarquables qui se présentent en cas de miscibilité restreinte de deux liquides dont l'un est anormal, comme l'eau.* Dans la première partie de son « Continuität » (1900, p. 41-45), M. Van der Waals a donné pour la première fois la théorie du pli longitudinal de la surface Ψ et étudié (*l. c.*, p. 175, etc.) celui-ci avec quelque développement, surtout dans ses relations avec les composantes anormales. Entre autre, il a démontré que, pour que certaines complications, possibles en général, se présentent, il faut qu'une des composantes soit anormale. Ici, M. Van Laar tâche d'expliquer les formes particulières qui peuvent se présenter quand une des composantes est associante, spécialement quand la composante anormale est l'eau. — **M. H. W. Bakhuis Roozeboom** présente aussi au nom de **M. E. H. Büchner** : *Points terminaux critiques de lignes de trois phases à phases fixes de mélanges binaires admettant deux couches fluides.*

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. H. Zwaardemaker** : *La sensibilité de l'oreille humaine pour des sons de différentes hauteurs produits par des tuyaux d'orgue.* A peu près simultanément cette sensibilité a été examinée par **M. M. Wien** (1903) et **M. F. H. Quix** et l'auteur (1903), par des méthodes différentes. Les résultats obtenus concordent en ce qu'il n'y a qu'un seul maximum de sensibilité, que ce maximum est situé à g^4 , que la zone de sensibilité suffisante est comprise entre e^4 et g^2 , que la sensibilité diminue très considérablement en dehors de ces limites; ils diffèrent en ce que **M. Wien** trouve que la sensibilité dans la zone suffisante varie d'une manière importante d'un point à l'autre, tandis qu'elle est partout du même ordre suivant **M. Quix** et **Zwaardemaker**, et, de plus, en ce que le « minimum perceptible » de **M. Wien** est un milliard de fois plus petit que celui des autres auteurs. C'est ce qui a induit **M. Zwaardemaker** à examiner encore une fois, par une tout autre méthode, les minima perceptibles à travers toute la gamme. Le téléphone et le diapason ont été remplacés par des tuyaux d'orgues couverts

larges, dont une série en bois, de composition uniforme depuis C jusqu'à g^6 , était à sa disposition. Quelques séries d'expériences ont été faites en plein air à la bruyère de Milligen, d'autres en partie dans les corridors de la Bibliothèque de l'Université d'Utrecht, en partie dans la salle exempte de sons du Laboratoire physiologique de cette Université. Les résultats assez concordants seront publiés ultérieurement; ici **M. Zwaardemaker** ne s'occupe que de deux séries faites dans les conditions les plus simples, la série terminale en plein air et la série terminale faite dans la Bibliothèque. Le diagramme de la fig. 1 permet de comparer les résultats de 1902 avec la première de ces deux séries terminales par rapport au minimum perceptible. — **M. K. Martin** présente au nom de **M. H. G. Jonker** : *Contributions à l'étude des blocs erratiques sédimentaires dans les Pays-Bas.* I. Le « Hondsrug » dans la province de Groningue. II. Système silurien supérieur. Première communication. Les blocs erratiques correspondent à la zone G des provinces baltiques russes. La description des blocs erratiques du système silurien supérieur commence par une courte analyse d'un travail de

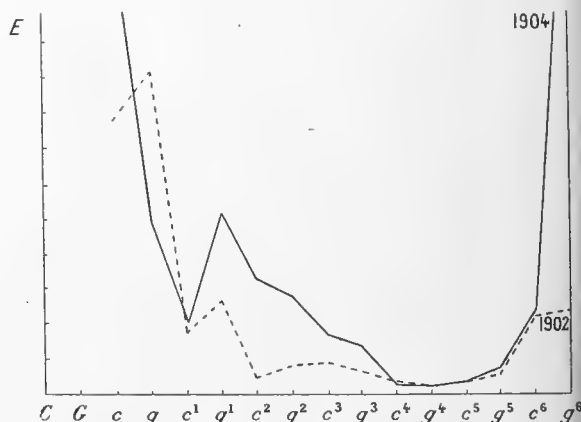


Fig. 1. — Minima des sons, produits par des tuyaux d'orgue, perceptibles à l'oreille humaine.

M. O. Torell, réponse couronnée à une question de prix proposée en 1865 par la Société hollandaise des Sciences de Harlem, sur l'origine des fossiles que l'on trouve près de Groningue. Ce travail intéressant donne pour la première fois la théorie d'une couche glaciaire dans l'Europe septentrionale, pendant l'époque pleistocène; seulement, il n'a jamais été publié. Après quelques considérations sur la succession des couches siluriennes dans les îles de Gothland et d'Ösel, l'auteur se range du côté de **M. F. Schmidt**, en ce qu'il base la détermination de l'âge de ces blocs erratiques sur la division introduite par **Schmidt** pour le terrain silurien des provinces baltiques russes. Ensuite, deux espèces de roches erratiques sont examinées de plus près : 1° Calcaire à *Pentamerus borealis* Eichw., Calcaire et dolomite formant la zone G_2 de **Schmidt**. Le « Borealliskalk », dans l'Esthonie, est considéré comme lieu d'origine des blocs erratiques trouvés à Groningue; 2° Calcaire à *Phacops elegans* (« Eleganskalk »). Les autres fossiles caractéristiques sont *Leperditia Hisingeri* Schmidt, *Strophomena pecten* L., *Vincularia nodulosa* Eichw., *Vincularia megastoma* Eichw. Cette faune fossile prouve que ces blocs erratiques équivalent à la zone G_2 de **Schmidt**, l'étage de Raiküll dans l'Esthonie. Pourtant, l'origine de ces blocs n'est pas encore connue. — **M. G. Winkler** présente la thèse de **M. G. W. Manschot**, intitulée « Paralysis agitans. »

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

La Théorie des ensembles. — Les travaux du Congrès de Heidelberg ont donné lieu à un fait assez paradoxal, auquel nous avons fait allusion en rendant compte de ces travaux¹. Dans une séance de la Section d'Arithmétique, M. König a établi que le continu ne peut être mis sous la forme d'un ensemble *bien ordonné*, c'est-à-dire² que, si l'on convient d'une règle d'après laquelle, de deux nombres quelconques (compris entre 0 et 1), on dira lequel est l'*antérieur* et lequel est le *postérieur*, il est impossible de faire cette convention de manière que : 1^o toutes les fois que *a* sera antérieur à *b* et *b* antérieur à *c*, *a* soit forcément antérieur à *c*; 2^o une partie quelconque de l'ensemble considéré (celui des nombres compris entre 0 et 1) comprenne un élément antérieur à tous les autres.

Or, presque immédiatement après, M. Zermelo arrivait à cette conclusion que *tout ensemble peut être bien ordonné* : conclusion directement contraire à la précédente.

La démonstration de M. König n'a pas encore été publiée, à notre connaissance. Elle n'a été exposée qu'oralement. On ne peut donc la discuter quant à présent. La discussion sera, d'ailleurs, assez délicate, cette démonstration faisant intervenir les propriétés les moins classiques des nombres aleph de M. Cantor.

Celle de M. Zermelo a paru dans un fascicule récent des *Mathematische Annalen* : il est d'ores et déjà possible de se faire une opinion à son sujet.

Beaucoup de mathématiciens ont pensé trouver une lacune dans le point de départ même de la démonstration, point de départ sur lequel, d'ailleurs, l'auteur lui-même avait attiré l'attention à ce point de vue.

Considérons une infinité d'ensembles E, définis d'une manière plus ou moins compliquée et constituant eux-mêmes une collectivité dont chaque ensemble E est un individu.

Un des ensembles E étant donné, il est clair que, dans cet ensemble, on peut envisager en particulier un élé-

ment déterminé *e*. M. Zermelo suppose cette opération effectuée pour chacun des ensembles E qui constituent la collectivité donnée. C'est cette possibilité qui n'est pas considérée comme évidente. Nous avouons ne pouvoir nous associer à cette critique.

Certes, il n'est pas du tout évident que nous puissions, *en fait*, indiquer la loi qui présidera au choix de l'élément *e* dans chaque ensemble E. Mais où voit-on qu'une loi ait besoin de pouvoir être explicitement formulée pour exister ?

Nous ne saurions mieux faire que de renvoyer, sur ce point, à l'article que M. Tannery a consacré précédemment, dans la *Revue*, à la thèse de M. Couturat et à la notion de l'infini³. On y trouve² expliquée, avec une clarté qui nous paraît ne laisser de place à aucun doute, toute la différence entre une loi qui existe et une loi que nous pouvons caractériser en un nombre fini de mots, ou (comme le dit l'auteur) entre une correspondance *bien déterminée* et une correspondance qui peut être *décrite*.

Sans cette différence, notons que les courbes dites *topographiques* ne pourraient exister. Nous avons, il est vrai, entendu soutenir qu'en effet ces courbes n'existaient pas au point de vue mathématique, puisqu'elles n'étaient définies que physiquement, c'est-à-dire avec une certaine approximation. Cette objection, elle non plus, ne nous paraît pas probante. Les courbes topographiques ou empiriques ne nous sont *connues* que physiquement; elles peuvent même n'avoir qu'une existence approximative si l'on admet que les corps sont composés de molécules discrètes. Mais il en est, sans aucun doute, autrement dans l'hypothèse de la matière continue. Or, cette dernière est tout aussi mathématiquement possible que l'autre.

Il suffit, d'ailleurs, nous semble-t-il, d'approfondir un peu la notion de ce qu'on peut appeler *courbes définies mathématiquement* pour être conduit à la même conclusion. L'idée de courbe (ou, ce qui revient au même, de fonction) a été en s'élargissant progressivement depuis l'Antiquité. Les géomètres du commencement de ce siècle en avaient assurément une conception

¹ Voir la *Revue* du 15 novembre 1904.

² Voir l'article de M. Hilbert dans la *Revue* du 28 février 1901 (p. 169-170).

³ *Rev. gén. des Sc.*, tome VIII, p. 129-140, 1897.

² P. 132-134.

très large, lorsqu'ils demandaient simplement à la fonction d'être définie par une expression analytique quelconque ; c'était cependant cette conception même que Riemann trouvait trop étroite, et contre laquelle il eut à lutter. La question que nous avons posée dans ce qui précède ne nous paraît pas autre que celle qui se posait à Riemann.

Si l'on parle de fonction ou de courbe admettant une définition mathématique, « mathématique », à notre avis, ne veut rien dire autre chose que « simple » : assez simple pour pouvoir être embrassée et énoncée par nos intelligences. C'est une notion toute subjective, qui ne résulte nullement de la nature des choses.

Dans le domaine même des fonctions analytiques, une erreur, reconnue aujourd'hui sans contestation possible, ne reconnaît pas d'autre cause que la confusion contre laquelle nous nous élevons en ce moment : c'est celle qui a consisté à considérer comme exceptionnelles les séries entières non prolongeables au delà du cercle de convergence. Si MM. Pringsheim, Borel, Fabry ont pu établir qu'une série entière, prise au hasard, avait, au contraire, toutes les chances pour posséder cette propriété, c'est en envisageant la « loi des coefficients » au sens que nous adoptons ici. Si l'on ne considérait que les séries que l'on peut définir explicitement, nul doute que le point de vue inverse, celui où se sont placés les premiers auteurs qui ont traité cette question, ne soit le vrai.

Enfin, il n'est pas nécessaire de s'adresser à l'idée de fonction pour rendre sensible la distinction dont nous parlons. Si, à chaque nombre entier N , on faisait correspondre un nombre entier n compris entre 0 et 9, ces nombres n étant choisis comme le suppose M. Tannery dans l'article cité¹, c'est-à-dire sans aucune « loi », avec un nouveau coup de dés pour chaque valeur de N , la suite indéfinie des n , considérés comme des chiffres décimaux, correspondra à un nombre irrationnel v , compris entre 0 et 1. Espère-t-on définir « mathématiquement » de tels nombres ? Ou doute-t-on qu'il en existe ?²

La correspondance postulée par M. Zermelo peut être aussi « indescriptible » que le nombre v . Mais, ceci bien entendu, l'affirmation (évidente) :

Un ensemble étant donné, on peut en considérer à part un élément,

nous paraît absolument adéquate à celle-ci :

Un nombre quelconque (fini, infini ou transfini) d'ensembles étant donné, on peut supposer l'opération précédente effectuée sur chacun d'eux.

La contradiction précédemment signalée ne disparaît donc pas par ce moyen.

Il faut noter que cette contradiction n'est pas la première qui se présente dans la théorie des ensembles. C'est ainsi que M. Cantor a établi l'existence de sa série transfinie de nombres ordinaux et que, d'autre part, M. Burali Forti³ a démontré que l'existence d'une suite de nombres transfinis présentant les propriétés découvertes par M. Cantor impliquait contradiction.

C'est cette même antinomie que relève M. Hilbert dans sa conférence de 1900⁴, lorsqu'il dit que l'on peut indiquer un système d'axiomes compatibles pour définir les nombres de Cantor, — de sorte que ces nombres doivent exister ; mais qu'on ne peut indiquer un tel système d'axiomes pour l'ensemble de tous les nombres en question, de sorte que cet ensemble ne doit pas exister : déclaration contradictoire avec la première, puisqu'un ensemble est défini quand on a défini chacun des éléments.

L'étude du transfini semble donc conduire à un certain nombre de conséquences contradictoires. Pour-

quoi non ? N'a-t-on pas énoncé plus d'une conclusion paradoxale lorsqu'on a commencé à introduire les nombres incommensurables, les nombres négatifs, les imaginaires ? Nous sommes peut-être à l'un de ces tournants de la science, et il faudra laisser à l'avenir la tâche d'éclaircir ces obscurités, qui ne doivent que nous inciter davantage à nous intéresser aux notions à propos desquelles elles s'introduisent.

§ 2. — Astronomie

Le neuvième satellite de Saturne. — Ce satellite a été découvert, en 1898, par M. W. Pickering, astronome américain, qui lui a donné le nom de Phœbé ; mais il est tellement faible et si éloigné de la planète que son existence avait été, jusqu'ici, mise en doute. Elle vient d'être nettement confirmée dans une intéressante publication qu'a fait paraître récemment l'Observatoire de Harvard College ; c'est à cette source que nous avons puisé les quelques renseignements qui suivent :

M. Pickering avait commencé, dès 1888, avec un 13 pouces, l'exploration photographique du voisinage de Saturne, mais sans arriver à aucun résultat ; ce ne fut que dix ans plus tard, lorsque le télescope Bruce de 24 pouces fut installé à l'Observatoire d'Aréquipa, qu'il reprit ses recherches.

En mars 1899, comme il examinait attentivement les clichés pris en août 1898, il aperçut sur quatre d'entre eux (obtenus les 16, 17, 18 août et résultant de poses variant de une heure à deux heures) un petit point allongé, à peine perceptible, à une grande distance de l'astre central, dont il partageait le mouvement.

Les photographies suivantes furent prises en août 1899, mais la planète était à cette époque dans une région voisine de la Voie lactée, par conséquent très riche en étoiles faibles, et cette particularité rendit l'examen difficile et incertain.

On dispose maintenant de plus de soixante photographies : l'examen des plus récentes a conduit à un résultat très déconcertant en indiquant pour le nouveau satellite une révolution en sens contraire de celle des huit autres. L'astronome américain a émis l'hypothèse d'une rotation antérieure de Saturne, à l'état nébuleux, s'étendant jusqu'à Phœbé, et alors rétrograde, rotation modifiée ultérieurement par les marées solaires et devenue directe avant la formation du premier satellite.

MM. Barnard et Turner, à l'aide de l'équatorial de 1^m,65 de l'Observatoire Yerkes, qui est actuellement le plus grand réfracteur du monde, ont pu, le 8 août dernier, apercevoir un point lumineux ayant, à l'oculaire, l'aspect d'une étoile de 15^m,5 à 16^m grandeur. Le 3 septembre, M. Barnard constata, au même point du ciel, l'absence de l'objet aperçu le mois précédent. Les photographies prises à l'aide du télescope Bruce, sur lesquelles Phœbé est visible, ne montrent aucune étoile à cette position. En outre, les éphémérides permettent de conclure que, le 8 août, le nouveau satellite devait précisément être dans la région examinée par MM. Barnard et Turner. On peut donc considérer que ces deux savants ont fait la première observation visuelle de Phœbé.

Voici les principaux éléments de l'orbite que M. Pickering a pu calculer :

La distance à Saturne serait de vingt-trois minutes, ce qui représente environ 13 millions de kilomètres ;

La durée de révolution serait de cinq cent quarante-six jours, et l'inclinaison sur l'écliptique atteindrait 3° ;

L'excentricité est très forte, égale à 0,22 ;

Enfin, le diamètre est d'à peu près 320 kilomètres et, vu de Saturne, il doit paraître de 5^e à 6^e grandeur.

Le sixième satellite de Jupiter. — Le premier télégramme que le Bureau Central de Kiel adressa cette année aux différents observatoires du monde annonçait une nouvelle très intéressante : le Professeur Perrine,

¹ *Loc. cit.*, p. 133.

² Au reste, les lettres de l'alphabet étant en nombre fini, les nombres que l'on peut définir avec un nombre fini de mots forment une infinité dénombrable.

³ *Circolo Mat. di Palermo*, 1897.

⁴ Voir l'article cité de M. Hilbert, p. 170.

de l'Observatoire Lick (Etats-Unis), venait de découvrir, par rapport à Jupiter, un sixième satellite, beaucoup plus éloigné de la planète que ceux déjà connus.

Le nouvel astre avait déjà été soupçonné en décembre 1904; mais ce soupçon ne recut confirmation que dans des observations faites au début de janvier, avec le réflecteur Crossley : ce satellite occupait alors l'angle de position 269° et était situé à la distance de quarante-neuf minutes de la planète.

La découverte, à la même époque, par M. Wolf, de la planète PV, dans une région très voisine de celle où l'on avait trouvé le sixième satellite, fit croire, pendant quelques jours, qu'il y avait identité entre les deux astres. Il n'en était rien, ainsi qu'est venue le démontrer

diminuer les mouvements de roulis des vaisseaux¹, cet ingénieur vient d'imaginer, de concert avec M. Maihak, constructeur à Hambourg, un appareil pour enregistrer les vibrations des bateaux à vapeur.

Le *pallographe*, tel est le nom donné à cet appareil, trace l'amplitude des vibrations verticales et horizontales de la carène (où l'instrument se trouve installé), au moyen de deux plumes en acier, sur une bande de papier qui se déroule lentement sous l'impulsion d'un mouvement d'horlogerie. Une troisième plume, commandée par un autre mouvement d'horlogerie, produit à chaque seconde une marque sur la bande de papier. L'appareil comprend encore une à trois plumes additionnelles (suivant le nombre des machines), mues

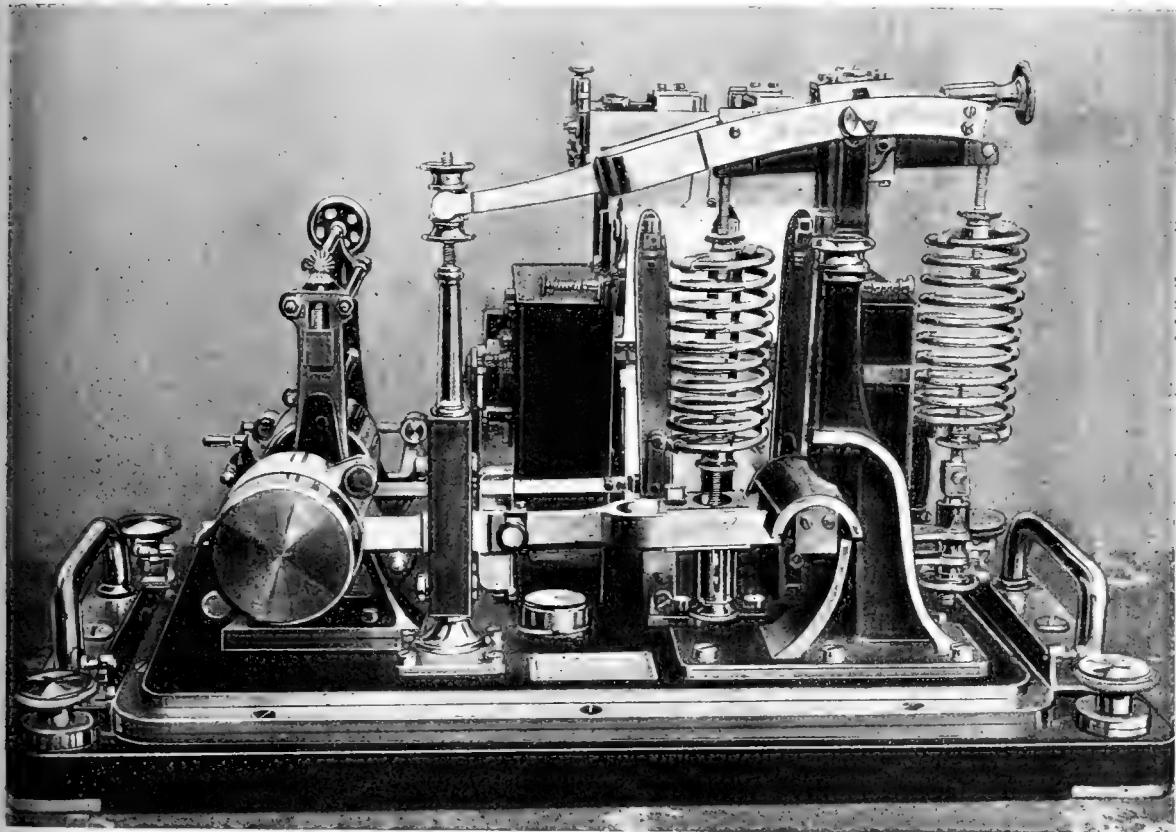


Fig. 1. — Le pallographe, appareil pour mesurer les vibrations des navires à vapeur.

une nouvelle observation de M. Perrine effectuée le 17 janvier.

De cette position et de celle du 4 janvier, M. Crommelin a déduit une orbite circulaire; il a obtenu les résultats provisoires que voici :

La période de révolution est de deux cent quarante-huit jours, et la conjonction a eu lieu au milieu de février ;

L'inclinaison de l'orbite par rapport au plan équatorial de Jupiter paraît être voisine de 30°.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Un appareil pour enregistrer les vibrations des steamers. — On connaît les recherches théoriques entreprises par M. Otto Schlick, de Hambourg, en vue de réduire les vibrations des steamers, recherches qui ont rendu possibles les vitesses énormes, d'environ 23 nœuds par heure, auxquelles les bateaux à vapeur modernes peuvent traverser l'Atlantique.

Après avoir récemment construit un appareil pour

électriquement par les machines. Chaque arbre de machine est, en effet, muni d'un disque de contact, permettant d'envoyer un courant électrique dans l'électro-aimant qui commande la plume en question, pour une position donnée de la bielle. Au moment où la bielle occupe cette position (le point mort, par exemple), une marque est, par conséquent, tracée sur la bande de papier.

On peut disposer, s'il y a lieu, une autre plume d'acier, mue par un électro-aimant qui est actionné par un bouton de pression établi sur la passerelle. Ce dispositif se prête tout spécialement pour les courses d'essai sur une distance mesurée.

Les courbes du diagramme fourni par l'appareil donnent toutes les données importantes d'une façon aussi exacte qu'aucun autre procédé. La forme des courbes détermine, en effet, l'amplitude des vibrations, tant horizontales que verticales, et leurs fluctuations périodiques. La marque faite sur la bande à chaque

¹ Voir la *Revue* du 30 janvier 1905, p. 46.

révolution de la machine permet, d'autre part, de trouver, au moyen des marques de temps, la vitesse de rotation de l'arbre à 1/20 de tour près. Ce diagramme permet encore de déterminer le nombre de vibrations produites pendant une révolution de la machine, et le point de l'amplitude où se trouve la partie en question du bateau lorsqu'une bielle donnée passe par le point mort. L'emploi de l'appareil dans les courses d'essai sur une distance mesurée est tout particulièrement précieux; il indique, en effet :

1° Le temps exact (à un vingtième de seconde près) nécessaire pour franchir la distance de 1 nœud;

2° Le nombre total de tours faits par la machine pendant la traversée d'un nœud, à 0,02 tour près (pourvu que ce nombre n'exécède pas 150 tours par minute);

3° L'amplitude, la fréquence et les caractéristiques des vibrations horizontales et verticales.

Les recherches de M. Schlick ont démontré que le nombre de tours des machines maritimes est sujet à de fréquentes fluctuations dans l'intervalle d'une minute. Aussi il importe tout particulièrement de déterminer ce facteur aussi exactement que possible, afin de juger du travail de la machine. En analysant ces courbes (agrandies au préalable par voie photographique), on peut ensuite trouver les causes des vibrations et les éliminer, s'il y a lieu. Cet appareil est, par conséquent, d'une importance énorme, non pas seulement pour les vapeurs mus par machines à piston, mais encore, et à plus forte raison, pour les steamers à turbines, où il permet de constater toute position défectueuse des aubes du propulseur, cause principale des vibrations.

§ 4. — Physique

La transmission au loin des indications de la boussole. — A la récente Exposition jubilaire de la Société allemande des Electriciens, tenue à Berlin pendant les derniers jours de novembre 1904, la maison Siemens et Halske exposa un dispositif fort intéressant pour transmettre au loin les indications d'une boussole.

En raison des grandes quantités d'acier et de fer que contiennent les vaisseaux de guerre modernes, le champ magnétique terrestre s'y trouve grandement affaibli dans la plupart des places où il faut se servir d'une boussole, et, qui plus est, le mouvement de va-et-vient et de rotation de grands corps magnétiques, tels que les canons et les tourelles tournantes, peut modifier jusqu'à la direction du champ terrestre. Ces inconvénients ne sauraient être éliminés que par l'usage d'un dispositif de transmission, permettant de placer la boussole à tout endroit convenable du vaisseau, — choisi de façon à être libre de toute perturbation magnétique, — quitte à transmettre ses indications à l'endroit où il faut s'en servir.

Le dispositif de MM. Siemens et Halske comprend d'abord la *boussole primaire*, qui n'est autre qu'une boussole ordinaire et qu'on dispose, comme nous venons de le voir, à l'endroit magnétiquement favorable. La rose de cette boussole est reliée à une plaque de mica recouverte d'une feuille d'étain; dans cette dernière est pratiquée une ouverture en corne à travers laquelle les rayons d'une forte lampe à incandescence, placée au-dessus, viennent frapper un dispositif bolométrique (sensible aux rayonnements calorifiques) qui se trouve au-dessous de la rose mobile. Suivant la position de cette dernière, des parties différentes du dispositif bolométrique seront frappées par les rayons de la lampe. Les modifications de résistance ainsi produites donneront lieu à des variations de courant dans le circuit relié au bolomètre, variations qui, à leur tour, feront parfaitement enregistrer à la rose de la boussole secondaire les indications mêmes de la boussole primaire.

Cette *boussole secondaire* comprend essentiellement

un instrument de mesure du type Deprez-d'Arsonval à électro-aimant en fer à cheval. La bobine mobile de cet instrument comprend deux enroulements différentiels, traversés par des courants dont l'intensité dépend précisément des variations de résistance du dispositif bolométrique de la boussole primaire. La rose de la boussole secondaire fait corps avec la bobine mobile, et un dispositif spécial permet à la rose d'exécuter des rotations entières sans compromettre les spirales d'amenée des bobines mobiles.

Ce dispositif a été expérimenté avec beaucoup de succès par les marines d'Allemagne et de Hollande.

§ 5. — Electricité industrielle

L'éclairage par les lampes Cooper Hewitt.

— Les lampes Cooper Hewitt, dont la *Revue* a précédemment donné la description, ont rapidement trouvé, par suite de l'uniformité de leur lumière et de leur consommation peu élevée de courant, un emploi dans les applications de la photographie, les travaux de copie, d'agrandissement, de photogravure, d'impression, etc. *L'Electrical World* a récemment signalé une curieuse application de ces lampes, faite par la « New-York Transportation Company ». Cette Société, qui emploie d'innombrables voitures électriques, dispose d'une installation électrique assez importante et

TABLEAU I. — Eclairage par lampes Cooper Hewitt.

SURFACE à éclairer	NOMBRE de lampes	AMPÉRAGE	VOLTAGE	SURFACE D'ÉCLAIREMENT	
				par lampe	par ampère
200 m ²	8	3,3	110	25 m ²	7,50 m ²
100 m ²	3	3,3	110	33 1/3 m ²	10, m ²
1100 m ²	30	3,3	55	37 m ²	11,25 m ²

notamment de puissantes batteries d'accumulateurs placées dans une salle dont l'éclairage est difficile, non seulement à raison de la situation (les lampes brûlent vingt-deux heures par jour) et des dimensions de la salle (91^m,50 de longueur, 12^m,75 de largeur, 8 mètres de hauteur), mais encore par le fait de la couleur sombre des récipients et du dégagement des vapeurs corrosives. Ces dernières avaient imposé dès l'origine la nécessité de placer dans une enveloppe spéciale le mécanisme des cinq lampes à arc, absorbant de 60 à 70 ampères sous 115 volts, qui y étaient installées au début.

D'un autre côté, le fonctionnement des lampes ne répondait pas à la consommation d'énergie, et il fut décidé de procéder à l'essai de lampes à vapeurs mercurielles, qui, sous une même tension de 115 volts, n'absorbent que 3 ampères. Une dizaine de lampes de ce genre furent donc installées, et leur lumière est si vive que, malgré leur nombre relativement restreint, elles permettent aux desservants de vérifier sans peine les divers éléments.

Cet éclairage n'est donc pas aussi parcimonieux que l'on pourrait croire au premier abord; en général, la « Cooper Hewitt Company » évalue à 7,43 m², voire 10,22 m² ou 11,15 m², la surface d'éclairage obtenue par ampère. La Société précitée donne à ce sujet les chiffres du Tableau I pour trois installations différentes d'éclairage, la distribution des lampes étant appropriée dans chaque cas aux exigences locales.

§ 6. — Chimie industrielle

La récupération électrolytique de l'étain des vieux fers-blancs. — Le problème de la *récupération de l'étain* des vieux fers-blancs est l'un de ceux qui ont tenté le plus d'inventeurs; l'utilité d'un

procédé véritablement pratique saute aux yeux par l'importance de ces déchets qui, aux Etats-Unis seulement, atteignent jusqu'à 30.000 tonnes par an, dont 24.000 sont traitées en Amérique et le reste envoyé en Allemagne.

M. G. Richard a récemment signalé à la Société d'Encouragement un nouveau procédé dû à M. M. Neil, et qui paraît constituer un progrès dans cette voie. Le principe de ce procédé consiste à traiter les déchets par une dissolution de chlorure ferrique bouillant, qui transforme l'étain en chlorure d'étain et une partie du fer en chlorure ferreux; on retire le fer du bain dès que l'étain en est entièrement dissous, on le plonge dans un bain de pétrole pour le préserver de l'oxydation et on l'expédie en paquets aux forges qui l'utilisent. Quant à la dissolution stannio-ferro-chlorique, on la traite dans un bain électrolytique avec caisse extérieure en ciment et caisse intérieure en poterie poreuse, renfermant une dissolution de chlorure ferreux provenant de la première opération. La dissolution à traiter circule entre les deux caisses. La cathode est en étain et l'anode en graphite; les cristaux d'étain se déposent sur la cathode, et le chlore dégagé à l'anode transforme la dissolution en chlorure ferrique, ultérieurement employé dans la première opération. La dissolution traverse une série de ces bains, dont elle sort entièrement dépourvue de son étain.

C'est donc un procédé logique, continu et théoriquement simple, mais dont la pratique exige, toutefois, certaines précautions de détail. Le courant employé est de 25 volts \times 500 ampères, avec une densité de 60 ampères par centimètre carré d'électrodes. On retire environ 15 kilogrammes d'étain pur par 24 heures, avec un moteur d'environ 2 chevaux 5 à la dynamo, et 9 kilogrammes d'étain par tonne de déchet traité.

§ 7. — Physiologie

Insuffisance parathyroïdienne chez la chèvre. — On sait que l'ablation des glandes thyroïdiennes chez le chien, chez le chat, chez le lapin, etc., détermine, de façon à peu près constante, l'apparition de phénomènes tétaniques très particuliers conduisant, en général, rapidement l'animal à la mort. Ces accidents tétaniques ne s'observent, par contre, que rarement chez d'autres espèces animales, notamment chez les herbivores domestiques, soit que l'ablation totale des parathyroïdes soit difficile à réaliser chez eux, soit qu'une cause, jusqu'à présent inconnue, intervienne pour annihiler les effets ordinaires de la parathyroïdectomie.

M. S. Christens (de Copenhague) vient de publier, dans les *Comptes Rendus de la Société de Biologie* (1903, p. 335), une Note rapportant trois cas d'insuffisance parathyroïdienne observés chez la chèvre, caractérisés par des accidents tétaniques conduisant rapidement à la mort. Ces trois cas, ajoutés aux cas signalés par M. Gley et à celui qu'a indiqué M. Moussu, démontrent que, si la chèvre échappe souvent aux conséquences ordinaires de la parathyroïdectomie, elle peut, comme le chien, le chat et le lapin, présenter des accidents tétaniques et rentrer ainsi dans la règle générale.

Une chèvre vieille, ayant subi depuis quatre jours l'ablation des thyroïdes et des parathyroïdes, est prise de crises tétaniques se renouvelant pendant une demi-journée et se terminant par la mort. — Une chèvre de deux ans et demi, ayant subi la parathyroïdectomie totale, présente, trente-cinq jours après l'opération, des accidents tétaniques très légers et meurt dans les vingt-quatre heures. — Enfin, un petit chevreau, qui avait subi, pendant les premiers mois de sa vie, la thyroïdectomie et présenté, de ce fait, les troubles tétaniques précédemment décrits par M. Moussu (nanisme, poil rude et cassant, etc.), manifeste des accidents tétaniques revêtant rapidement une grande gravité deux cent soixante-cinq jours après l'opération.

Dans ces trois cas, l'autopsie minutieusement prati-

quée démontre l'absence totale de parathyroïdes. On note aussi, dans le Mémoire de M. Christens, que, chez ces trois animaux, il n'existait, avant toute opération, aucune parathyroïde externe; la totalité du tissu parathyroïdien était englobée dans les thyroïdes. En faut-il conclure que, lorsque cette disposition anatomique est réalisée, la parathyroïdectomie étant totale, les accidents se manifestent nécessairement tôt ou tard; et que, dans le cas où des parathyroïdes externes existent, il y a toujours des parcelles isolées qui échappent à l'ablation et empêchent les accidents tétaniques de se manifester? C'est là une hypothèse tout au moins vraisemblable.

§ 8. — Sciences médicales

L'autonomasie. — On donne ce nom à un trouble de langage qui consiste dans la perte du souvenir des substantifs. M. Pitres, M. Trenel, en ont rapporté des exemples. M. Halipré (de Rouen) en a présenté un nouveau cas à la Société de Neurologie de Paris (1^{er} décembre 1904). Quant on interrogeait sa malade, elle répétait sans cesse : « Je voudrais dire, mais je ne peux pas dire. » Parfois, elle forgeait un mot dont la consonnance rappelle vaguement celle du mot propre; exemple : *oréga* pour *orange*, *veillon* pour *crayon*. Elle ne pouvait pas lire et ne reconnaissait pas les mots écrits (cécité verbale). Elle reconnaissait seulement les lettres isolées, mais se trompait souvent.

Ce trouble du langage, survenu à la suite d'un ictus, s'est atténué peu à peu par la suite. Trois ans plus tard, la malade est morte de broncho-pneumonie. L'autopsie a révélé l'existence d'un ramollissement de la partie postérieure de l'hémisphère gauche.

Les hémicédèmes chez les hémiplegiques.

— On sait qu'il existe d'une façon presque constante des troubles circulatoires dans les membres hémiplegiés : ces membres, et surtout leurs extrémités, sont généralement plus froids, plus rouges que ceux du côté sain. On constate aussi, dans quelques cas, une sorte d'infiltration œdémateuse. MM. Lœper et Crouzon ont étudié⁴ les œdèmes des hémiplegiques. Pour eux, l'hémiplegie n'est pas seule capable de produire l'œdème, mais elle détermine sa localisation sur le côté paralysé chez les sujets qui présentent des troubles cardiaques ou rénaux. Il s'agit donc d'un œdème d'origine mixte. Sa présence est un signe clinique important à connaître, car il attire l'attention sur une lésion du cœur ou du rein qui pouvait passer inaperçue.

Écoulement du liquide céphalo-rachidien par le nez.

— M. A. Vigouroux a présenté à la Société de Neurologie de Paris (1^{er} décembre 1904) un malade atteint depuis neuf mois d'un écoulement nasal permanent, qui atteint 800 centimètres cubes par vingt-quatre heures. Des examens chimiques réitérés ont prouvé qu'il s'agissait bien d'un écoulement du liquide céphalo-rachidien, dû vraisemblablement à une lésion de l'ethmoïde. Avant que cet écoulement ne se fût produit, le malade souffrait de violents maux de tête; depuis lors, ces douleurs ont disparu. Des faits analogues ont été signalés antérieurement par MM. Babinski, Brissaud, Sicard. On hésite à intervenir pour faire cesser cet écoulement, par crainte de voir réparaître les maux de tête.

§ 9. — Géographie et Colonisation

La pénétration économique du Sahara. — Au mois de novembre 1904, la grande ligne de pénétration d'Arzew à Béni-Ounif a atteint Ben Zireg, et trois

⁴ *Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière*, n° 3, 1904.

² Cf. E.-F. GAUTHIER : La valeur économique du Sahara, in *Bull. Soc. Géogr. commerciale*, Paris, XXV, 1903; Sahara oranais, in *Annales de Géographie*, 15 mai 1903; le Mou-dir-Ahnet, in la *Géographie*, 15 juillet et 15 août 1904.

millions de francs ont été inscrits au budget de 1905 pour sa continuation sur Béchar-Colomb. Grâce aux excellentes méthodes de pacification du général Lyautey, commandant la subdivision d'Ain-Sefra, la sécurité est revenue dans l'Extrême-Sud oranais. L'entrepôt franc de Béni-Ounif se développe ; les Figuigiens, les Doui Menia, les Beni Guil y viennent chaque jour davantage, amenant des moutons et des chameaux, des poils de chèvre, des peaux de filali, des dattes, des burnous, du bekhour, etc., qu'ils échangent contre le blé, l'orge, la semoule, le café, les tissus, la laine, le beurre et l'huile, etc. Le commerce se chiffre déjà par millions de francs. Les recettes de la ligne Ain-Sefra-Béni-Ounif atteignent 245 francs par kilomètre et par mois ; le même résultat peut être escompté pour le tronçon Beni-Ounif-Ben-Zireg, étant donné qu'une bonne partie des marchandises qui arrivent à la première de ces stations sont destinées à la seconde. C'est que la vallée de l'oued Guir est incomparablement plus habitée et plus riche que celle de l'oued Zousfana ; les Doui Menia ont des cultures d'orge : il était juste que l'on dirigeât la voie ferrée de ce côté, plutôt que par Taghit, comme le prévoyait le premier projet.

Au delà de Béchar, aucune décision ferme n'est encore prise ; il importe auparavant d'être renseigné par un inventaire scientifique sur ce que renferme le Sahara : c'est alors, et seulement quand ce travail sera fait, que l'on pourra parler de « complète réhabilitation », s'il y a lieu.

Au point de vue agricole, la seule région cultivable est l'oasis. Sans doute, ces oasis, exploitées jusqu'ici de façon très rudimentaire, peuvent être étendues et multipliées. Si les pluies sont rares, le bassin de réception est énorme, et les puits artésiens donneront d'excellents résultats. M. Flamand considère même les dunes comme de magnifiques réservoirs d'humidité et des filtres naturels. Le seul obstacle avec lequel l'irrigation ait à compter, c'est l'invasion du sel par infiltration : il faut alors tuber les puits ou surélever le sol. Mais, quoi que l'on fasse, l'énorme distance, la pauvreté du sol, la qualité inférieure des dattes, malgré l'effort des indigènes pour acclimater la variété d'Ouargla, rendent peu probable la création de grandes exploitations, comme celle de l'oued Rir. Il apparaît clairement que le nomadisme est plutôt un effet qu'une cause, et que le Targui est pasteur par suite de l'impossibilité de la culture en

grand. Est-ce à dire que l'on pourrait faire du Sahara une région d'élevage ? Nous ne le croyons pas davantage, en partie pour les mêmes raisons, encore que là les possibilités soient plus grandes.

Il reste les richesses minières, et c'est pour elles principalement que serait utile l'inventaire que nous réclamons ; la tâche est facile en adjoignant des spécialistes aux très nombreuses « randonnées » d'officiers qui sillonnent en tous sens le Sahara depuis trois ans. Ici tout est à découvrir : les nitrates du Gourara sont un mythe ; il y a des chances de calamine dans les calcaires disloqués du Béchar ; la présence de l'or est problématique au Hoggar ; on peut à peu près compter sur celle du cuivre. Après examen de fossiles du Dévonien supé-

rieur, rapportés de Béni-Abbès, notre savant collaborateur, M. Haug, a conclu au caractère hercynien des chaînes paléozoïques du Sahara septentrional. Et l'on sait que la plus grande partie des gisements houillers de l'Europe occidentale se trouvent dans la chaîne hercynienne. C'est encore une espérance, mais ce n'est rien de plus. Il faut des certitudes pour orienter nos voies ferrées de pénétration, et seul un inventaire scientifique est à même de nous les fournir.

P. Clerget.

§ 10. — Sociétés savantes

Prix proposés par l'Académie des Sciences de Lisbonne.

L'Académie des Sciences de Lisbonne vient d'indiquer les sujets

suivants pour les prix qu'elle distribue chaque année :

Sciences mathématiques. — I. Développer la théorie des variables imaginaires aux points de vue analytique et géométrique. — II. Faire l'étude critique de la théorie géométrique de la courbe des superficies, en cherchant à la développer sur quelques points importants. — III. Etudier les équations de la Dynamique sous le point de vue de l'intégration.

Sciences physiques. — I. Influence de la découverte des vibrations irréfrangibles dans les théories de la lumière. — II. Services rendus par l'analyse spectrale à l'étude de la composition des terres rares.

Sciences naturelles. — I. Monographie sur un groupe animal ou végétal de la faune ou de la flore portugaise. — II. Etude du volcanisme dans les Açores dans les temps géologiques et à l'époque actuelle.

Tous les savants peuvent concourir, à l'exception des membres de l'Académie. Les prix consistent en une médaille d'or de 250 francs.

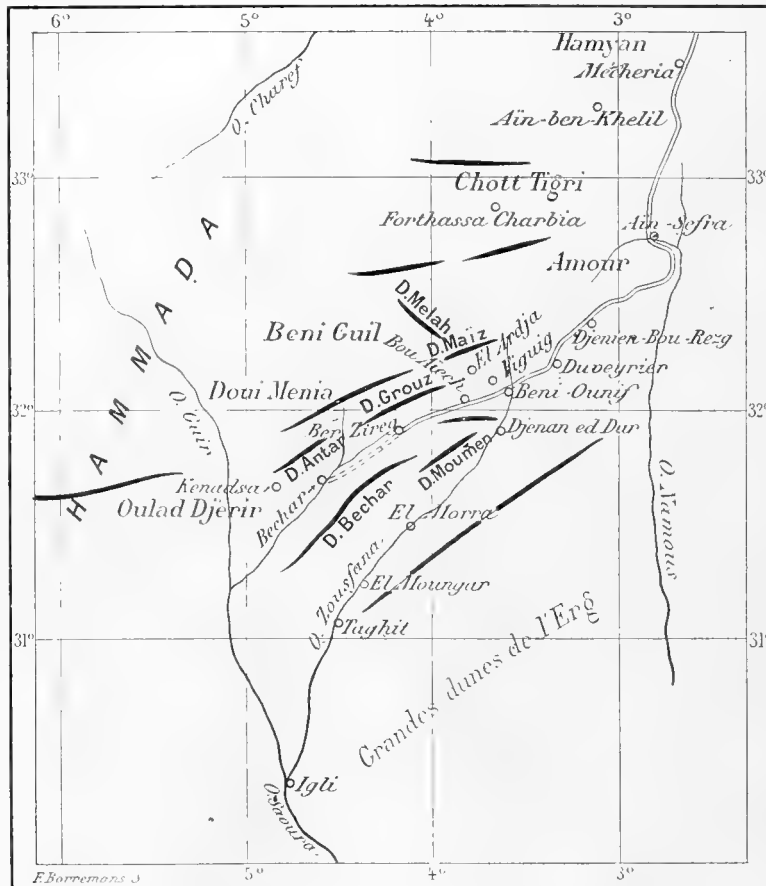


Fig. 2. — L'Extrême-Sud oranais.

LE PERCEMENT DU TUNNEL DU SIMPLON

Le tunnel du Simplon diffère de ses congénères, et de son voisin le Gothard en particulier, par le fait qu'il commence à une hauteur beaucoup moindre et qu'il est, par conséquent, plus long; il possède, par contre, l'avantage d'un accès plus facile, où les fortes rampes sont évitées. Ainsi le tunnel du Mont-Cenis est situé à 600 mètres, celui du Gothard à 430 mètres d'altitude au-dessus du tunnel du Simplon; par contre, le Mont-Cenis a environ 12 kilomètres, le Gothard 13 et le Simplon 20 kilomètres de longueur. Le Simplon est donc un *tunnel de base*, parce qu'il attaque la montagne en sa partie la plus basse et que ses entrées sont à un niveau relativement peu élevé: l'extrémité nord est exactement à 685 mètres, l'extrémité sud à 634 mètres au-dessus de la mer.

I. — PROGRAMME DES TRAVAUX.

Comment se présentait, au point de vue technique, l'opération du percement du Simplon? La construction des tunnels de grandes dimensions est une œuvre toute moderne. Un tunnel comme celui du Hauenstein, sur la ligne de Bâle à Lucerne, de 2 kilom. $\frac{1}{4}$ de longueur, fut, à l'époque de sa construction, un objet d'attention universelle. Ce fut également une entreprise colossale que l'attaque du tunnel du Mont-Cenis, long de plus de 12 kilomètres, vers 1859. Au commencement des travaux, on en était encore uniquement réduit au percement à la main; le percement à la machine ne fut découvert et utilisé qu'au cours de la construction. Pour gagner du temps, on perçait quand on le pouvait des puits dans l'axe du tunnel, afin de créer plusieurs points d'attaque; mais, dans la haute montagne, cette ressource fait défaut. Le percement à la main ne permet guère une avance de plus d'un mètre par jour; par ce moyen, il aurait fallu seize ans et demi pour traverser le Mont-Cenis en travaillant des deux côtés à la fois. L'emploi des premières perforatrices mécaniques permit de réduire la durée des travaux à onze ans. Au Saint-Gothard, long de 15 kilomètres, l'amélioration des machines fit progresser l'avance journalière à 2,6 mètres de chaque côté, et le percement fut terminé en huit ans.

Quelle durée était à prévoir pour le tunnel du Simplon? L'entreprise fit appel au concours de la maison Brandt, dont le système de percement repose sur l'emploi de perforatrices hydrauliques. Etant données, d'une part, les indications fournies par le profil géologique soigneusement établi, qui

présentait en général comme favorables les espèces de roches à traverser et leur stratification supposée, d'autre part les preuves déjà données par le système Brandt, on a escompté une avance journalière de 5,5 mètres environ, ce qui donne une durée de cinq ans pour le percement des 19.770 mètres de tunnel, plus six mois environ pour le parachèvement des travaux. Nous verrons plus loin comment ce programme a été suivi.

À côté de la question du percement mécanique se place celle de la *ventilation*. Lorsqu'on commença le tunnel du Mont-Cenis, on crut naïvement que le renouvellement de l'air se ferait plus ou moins de lui-même, comme c'est le cas, en effet, pour les tunnels très courts. Aussi l'adoption de l'air comprimé pour actionner les perforatrices, qui provoque simultanément une certaine aération, fut-elle considérée comme un grand succès. C'est sous cette impression qu'on traça le programme des travaux du Gothard. En principe, il est très vrai que l'air comprimé renouvelle l'air au moment de son expansion; mais on se trompa quantitativement. Ce que les perforatrices à air emploient suffit à peine au personnel qu'elles occupent; il ne reste rien pour les nombreux autres travailleurs. Il en résulta qu'à certaines époques, il arrivait à peine 90 mètres cubes d'air par minute pour 400 hommes dans le tunnel du Gothard, alors qu'il en aurait fallu plus du double. C'est à cette ventilation insuffisante qu'il faut attribuer le mauvais état de santé des travailleurs du Gothard, qui, joint au manque d'hygiène, fit tant de victimes.

Une étude approfondie de cette question nous en a fait trouver la solution, et la construction du tunnel de l'Arlberg est venue nous offrir à point le champ d'expérience désiré. Notre projet de ventiler fortement le tunnel au moyen de conduites d'un diamètre considéré jusqu'alors comme impossible à obtenir, alimentées de beaucoup d'air à une basse pression, trouva l'adhésion des ingénieurs autrichiens, et le succès confirma les prévisions. C'est en grande partie grâce à la nouvelle ventilation, qui fournissait 6 mètres cubes d'air par seconde, que le tunnel de l'Arlberg put être achevé un an avant le délai fixé, et que la santé des ouvriers se montra constamment bonne.

Pour le Simplon, la question de la ventilation était beaucoup plus compliquée que pour l'Arlberg: il s'agissait d'une longueur double, d'un nombre beaucoup plus grand de personnes travaillant ensemble dans le tunnel, et surtout de hautes températures, facteur complètement nouveau dans la

construction des tunnels. Partant de ce principe que l'homme ne peut supporter une haute température quand il travaille dans un air stagnant, mais qu'elle est presque sans influence lorsqu'il se trouve dans un courant d'air, on calcula qu'il était nécessaire de fournir à chaque homme 3 mètres cubes d'air par minute, soit 1.500 mètres cubes pour une équipe de 500 hommes. Mais on reconnut que la fourniture d'une telle quantité d'air nécessiterait des conduites énormes et encombrantes, et l'emploi d'une force considérable. C'est en songeant aux moyens de surmonter ces difficultés que germa peu à peu l'idée de la construction simultanée d'une deuxième galerie, la *galerie parallèle*,

est impossible d'abaisser de beaucoup la température par la seule ventilation, à cause de la faible capacité calorifique de l'air. Il ne suffit pas, d'ailleurs, de connaître seulement la température probable; il faut encore savoir quelle quantité de chaleur, en calories, cèdent les parois du tunnel. L'ingénieur Hirzel-Gysi, qui se voua à l'étude de cette question, reconnut que le dégagement de chaleur par heure devait être d'environ 2 millions de calories, et, dans ces conditions, le seul moyen de rafraîchissement efficace lui parut être une circulation d'eau froide. Nous verrons quels excellents résultats a donnés ce moyen si simple.

Les trois questions principales : percement méca-

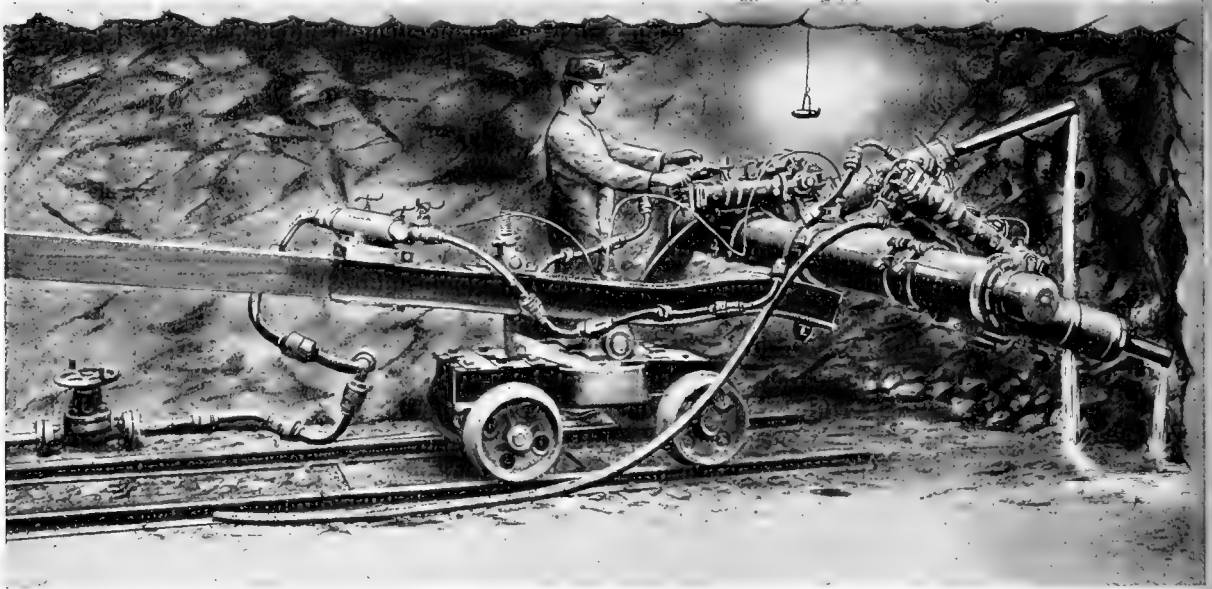


Fig. 1. — *Percutrice hydraulique Brandt avec colonne d'appui et affût roulant.*

qui apporta d'un seul coup la solution du problème. Cette deuxième galerie constituée, en effet, le grand tube dont on avait besoin, et elle ne gêne en aucune manière les travaux du tunnel principal; elle présente même, dans la suite, de grands avantages pour la question du transport et celle de l'écoulement des eaux, et elle permet la construction d'un tunnel à une seule voie pour commencer.

Restait encore la question de la *température*. Le facteur chaleur a joué un rôle néfaste au Gothard, et pourtant la température ne s'y éleva qu'à 31°. Or, au Simplon, d'après les lois de l'élévation de la température avec la distance verticale au-dessous de la surface, on pouvait s'attendre à des températures de 38°, 40° et même 42° C. en certains points; dans toute la partie allant du kilomètre 6 au kilomètre 15 en partant du nord, la température moyenne devait osciller entre 35° et 40°. Il

nique, ventilation, refroidissement, étant ainsi résolues, on put tracer le programme des installations. En premier lieu venait le problème de la fourniture d'énergie : les calculs montrèrent que les divers travaux et l'éclairage électrique absorberaient environ 1.700 chevaux; pour plus de sûreté, on porta cette estimation à 2.200 chevaux. et, pour obtenir cette force, on eut recours à l'énergie hydraulique du Rhône, du côté du nord, et de la Diveria, du côté sud.

La triangulation et la détermination de l'axe du tunnel n'offrirent aucune difficulté.

II. — PERCEMENT.

Examinons maintenant plus en détail la façon dont les divers points du programme exposé précédemment ont été remplis.

La largeur d'un tunnel à une voie est d'environ

4,5 à 3 mètres, sa hauteur de 6 mètres. Ce gros trou n'est pas percé d'emblée sur toute sa section ; on commence par pratiquer un trou plus petit, la *galerie*, d'environ 2 mètres de hauteur sur 2,5 à 3

mètres de largeur, c'est-à-dire assez haut pour que des hommes puissent s'y tenir debout et assez large pour que des wagons puissent y circuler. L'établissement de la galerie est l'ouvrage des perforatrices. On travaille ainsi beaucoup plus rapidement ; pour les très courts tunnels seuls, on attaque le percement sur toute la section. La

galerie peut être située n'importe où par rapport à la section totale ; pratiquement, on la place en haut ou en bas : dans le premier cas, on a une *galerie de faite*, dans le second une *galerie de base*.

d'établir d'emblée un plancher sûr et immuable pour tout : pour les rails, les conduites, l'écoulement de l'eau, etc. ; avec les galeries de faite, où l'agrandissement se fait par le bas, la base change

constamment et il en résulte de grands désagréments.

La différence du tunnel du Simplon avec les autres tunnels alpins a seulement consisté en ce que l'on a attaqué à la fois deux galeries de base, distantes de 17 mètres : dans chacune, le travail a été le même.

On a employé, comme nous l'avons dit, les perforatrices hy-

drauliques Brandt. Le principe de ces machines est de détacher les particules de roches du trou de percement non par le choc, mais par la pression. Une tarière tubulaire avec trois dents est

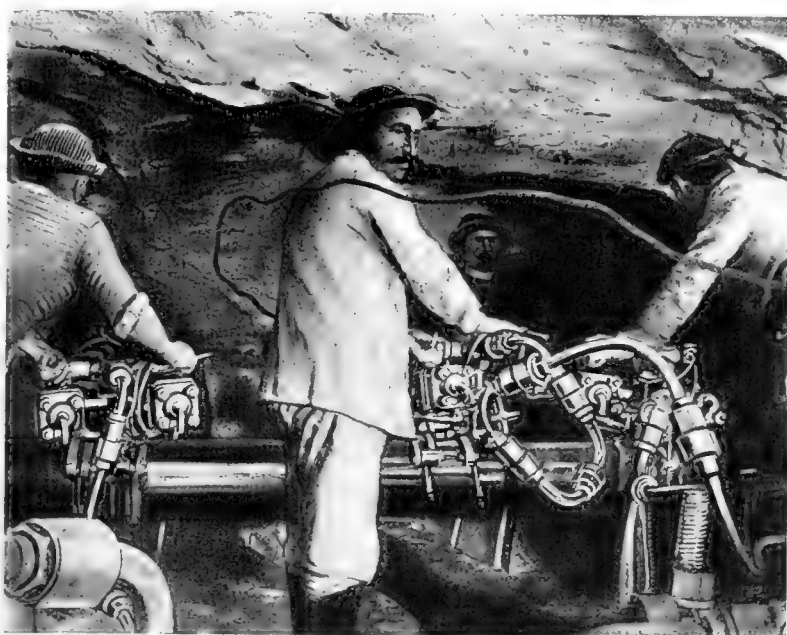


Fig. 2. — Perforatrices au front d'attaque.

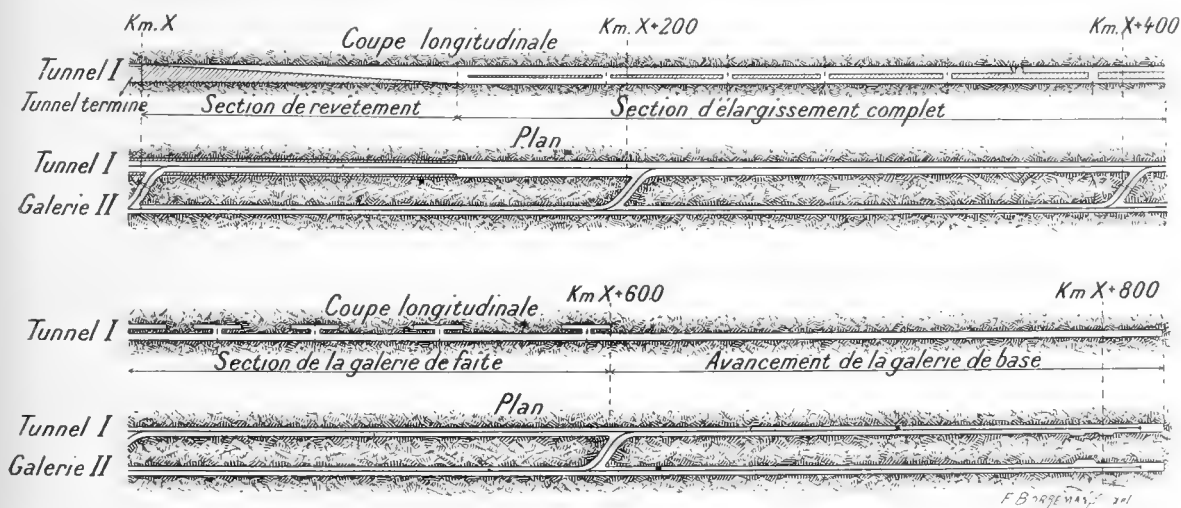


Fig. 3. — Schéma des travaux de percement du tunnel du Simplon.

Au tunnel du Gothard, on pratiqua une galerie de faite ; à l'Arlberg et au Simplon, on a établi une galerie de base. Où est l'avantage ? La question est encore vivement discutée. Je pense, pour ma part, que les galeries de base offrent l'avantage essentiel

appliquée sur la pierre avec une forte pression (10 à 12.000 kilogs), de façon que les dents y pénètrent de quelques millimètres ; on tourne ensuite lentement, de manière à détacher de petits fragments. Dans une seule perforatrice, on déve-

loppe une force de 25 chevaux environ; du côté nord, on travaillait avec 3, du côté sud avec 3 ou 4 machines de ce genre. Les perforatrices sont disposées sur le tube de compression, qui fournit la pression totale des 3 ou 4 perforatrices, soit 30 à 40.000 kilogs. Le tout est monté sur un chariot mobile (fig. 1 et 2).

Les perforatrices doivent avancer d'au moins un centimètre par tour. Lorsque ce n'est pas le cas, les

suivant la dureté de la pierre, on a avancé par jour de 4 à 9 mètres.

L'eau sous pression servant à actionner les perforatrices était produite au dehors du tunnel. L'eau était comprimée par des pompes, mues par des turbines, à 80-120 atmosphères, puis envoyée jusqu'au front d'attaque (c'est-à-dire, vers la fin des travaux, à environ 10 kilomètres) par des conduites appropriées, assez résistantes et assez grosses



Fig. 1. — Excavation du canal latéral pour l'écoulement des eaux.

dents ne mordent plus suffisamment et il faut remplacer la tarière. Les pierres dures nécessitent fréquemment ce changement; pour ces dernières, il fallait souvent employer 120 à 150 tarières avant que le trou fût assez grand pour permettre de poser une charge d'explosif. Avec le meilleur acier, il est impossible d'avancer de plus de 10 à 15 centimètres dans une roche dure. La durée de perforation d'un trou est de quarante minutes à une heure, mais peut atteindre jusqu'à trois heures. On peut faire par jour de quatre à sept attaques, et dans chacune abattre 1 mètre à 1 1/2 mètre de terrain. Ainsi,

pour éviter une trop grande perte de charge par le frottement. En fait, on a obtenu, avec une pression initiale de 100 atmosphères, une pression de 70 à 80 atmosphères à 10 kilomètres de distance. L'eau comprimée ne servait pas seulement aux perforatrices, mais pour des pompes de toute nature et pour la ventilation; ce fut le grand agent de percement du tunnel.

L'avancement moyen, du côté nord, qui offrit des conditions à peu près normales, fut de 5,52 mètres de novembre 1898 à septembre 1903, ou de 3,92 mètres en défalquant les jours perdus. Du

côté sud, on avança beaucoup moins rapidement, par suite de circonstances spéciales, sur lesquelles nous reviendrons.

A côté de la perforation, une question importante est celle du *déblaiement*. Toutes les matières abattues par les coups de mines doivent être enlevées rapidement, et le problème de l'enlèvement mécanique préoccupe depuis longtemps les constructeurs de tunnels. J'en ai trouvé en principe la solution, qui consiste à enlever les matériaux au moment de l'explosion au moyen d'un jet hydraulique. Malheureusement, en pratique, nous n'avons pu y arriver, parce que, à cause des pertes par frottement dans la conduite, la force disponible est inférieure à celle qui serait nécessaire.

Depuis 1898, le travail des perforatrices s'est poursuivi jour et nuit pendant toute l'année, à l'exception des grands jours de fête (deux seulement par an) et des jours nécessaires à la vérification de l'axe (deux également par an).

Il s'agit maintenant d'élargir la galerie pour en faire le tunnel, et ici l'on peut procéder différemment. Des galeries de base on se dirige vers le haut, d'après l'ancienne méthode, et, parvenu en haut, on va en avant et en arrière. Ces travaux d'élargissement ne se font pas à la machine, mais à la main, ce qui revient à meilleur compte. Ensuite, on travaille d'abord en haut, puis en bas dans la largeur (fig. 3), et les galeries de faite finissent par se rencontrer. Tous les 200 mètres, on réunit le tunnel I à la galerie II par une galerie transversale. Ces traverses servent surtout à la ventilation, mais aussi au transport. Ce mode de travail permet à un grand nombre d'ouvriers d'opérer simultanément; si le profil entier du tunnel était attaqué de front, on ne pourrait utiliser qu'une trentaine d'hommes à la fois, tandis que, par le moyen des galeries, 500 tra-

vailleurs ont été à l'œuvre simultanément au Simplon.

En ce qui concerne le *revêtement* du tunnel, il est de règle de l'opérer sur toute la longueur, non qu'il soit nécessaire d'avoir partout une voûte pour supporter la roche, mais parce que, par suite des explosions, des morceaux isolés ont été ébranlés sans tomber, et qu'on doit craindre qu'ils ne s'éboulent ultérieurement. Là où la roche est assez solide, on n'élève qu'une maçonnerie assez mince, dont le minimum atteignait 35 centimètres au Simplon. Là où la roche est moins solide et où l'on peut s'attendre éventuellement à des pressions,

le profil des murs est naturellement plus fort.

Dans les premiers kilomètres au nord et au sud, on a pu se contenter de murs minces; mais, vers le milieu, par suite de l'énorme pression des masses sus-jacentes, on a dû procéder à des travaux de revêtements plus sérieux (fig. 5).

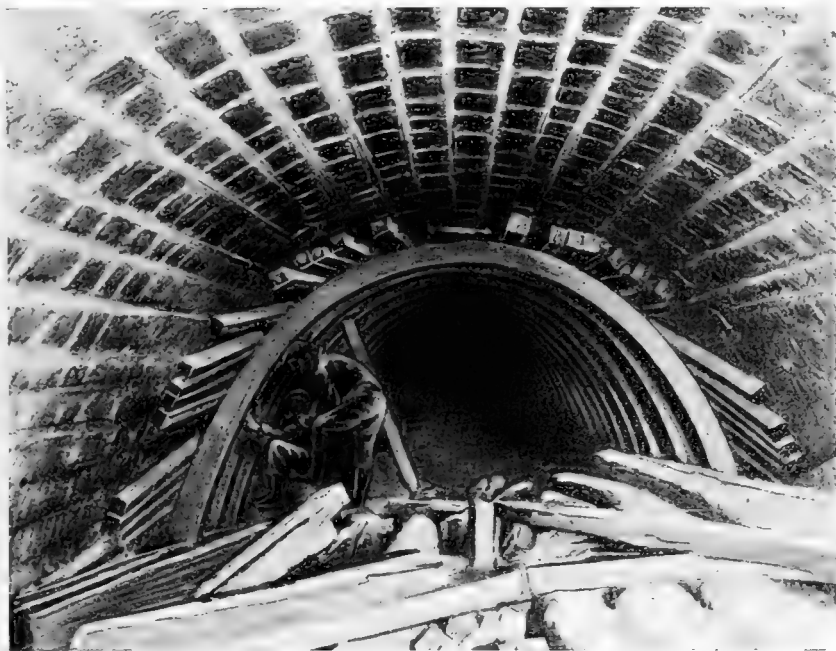


Fig. 5. — Exécution des voûtes du tunnel avec cintres en fer.

La question du transport offre d'assez grandes difficultés dans la construction des tunnels. Si l'on se base sur une avance moyenne de 7 mètres, il faut évacuer environ 210 mètres cubes de déblais par jour; il faut introduire, d'autre part, des pierres, de la chaux, du sable, du ciment, du bois, etc., pour le revêtement du tunnel. De chaque côté du tunnel, il y a eu environ 300 wagons en service, et le mouvement journalier des véhicules a été, en temps normal, de 510 à 560 voitures à l'entrée et à la sortie. Le trafic a lieu de la façon suivante: De l'entrée jusqu'à l'extrémité de la section entièrement terminée, les trains sont tirés par des locomotives à vapeur de 16 tonnes, pourvues d'une grande réserve d'eau chaude et de vapeur afin de produire le moins possible de fumée. En ce point se trouve la station du tunnel, avec deux voies de service provisoires. De là, les voitures qui servent

à l'achèvement du tunnel I poursuivent leur chemin dans ce tunnel. Les voitures pour le service des galeries passent du tunnel I dans le tunnel II par les galeries transversales (fig. 6), et tout le trafic se poursuit parallèlement au tunnel I en déchargeant celui-ci d'autant, ce qui constitue un des grands avantages de notre méthode de travail. A partir de la station du tunnel, le service de traction est fait par des locomotives à air comprimé, alimentées d'air à une pression de 80 atmosphères par une

un pareil essai, et nous n'avions aucune valeur expérimentale pour le coefficient de frottement de l'air sur des parois aussi grossières. En prenant pour ce dernier une valeur très élevée, on calcula qu'une pression correspondant à une colonne d'eau de 500 millimètres était nécessaire pour obtenir une vitesse de l'air de 4 mètres par seconde dans la galerie. L'expérience montra que les prévisions étaient un peu supérieures à la réalité, puisque, avec plus de 10 kilomètres de galerie, on put travailler

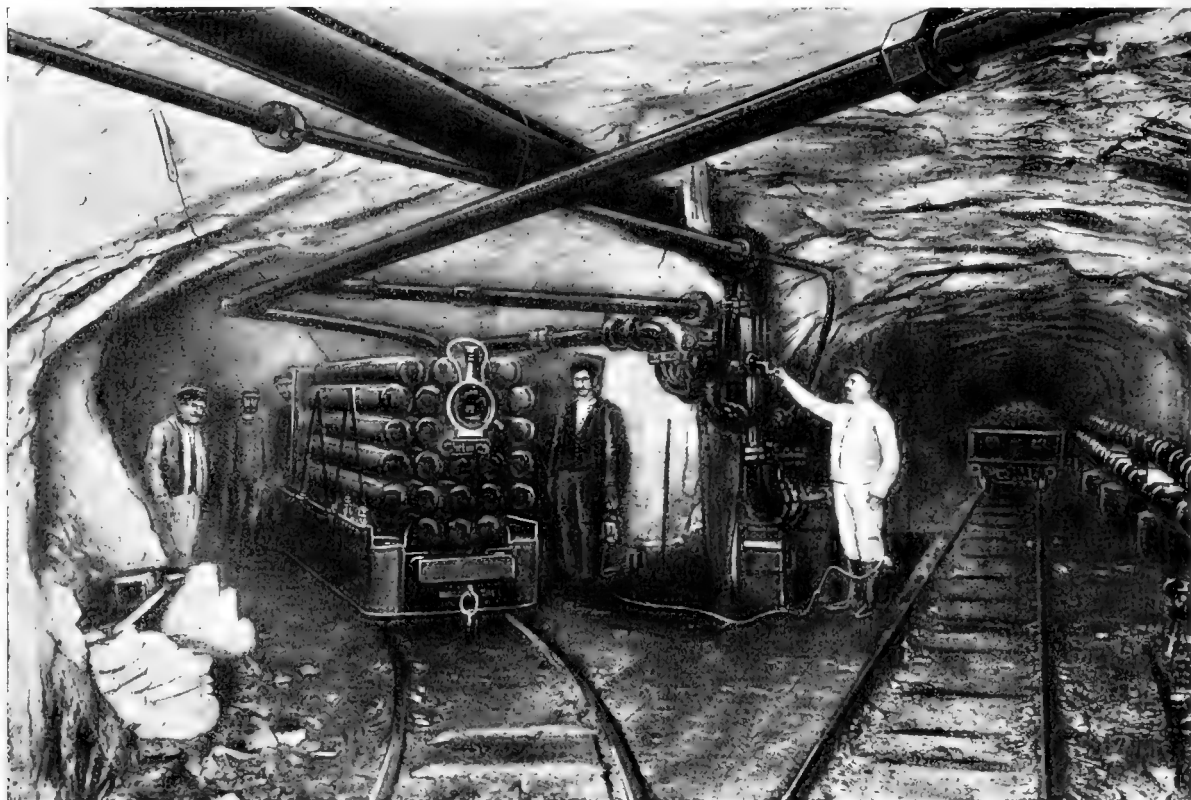


Fig. 6. — Jonction d'une galerie transversale avec la galerie principale. — A gauche, locomotive à air comprimé.

conduite. Ces locomotives sont très ramassées pour passer partout dans les galeries.

On nous demandera pourquoi nous n'avons pas eu recours à la traction électrique, qui paraissait s'imposer. Une étude approfondie nous a convaincu qu'elle aurait présenté de grands inconvénients : l'humidité et le suintement auraient provoqué des courts circuits, et une installation fixe aurait subi de grands dommages par suite des explosions et des changements perpétuels de profil.

III. — AÉRATION ET REFROIDISSEMENT.

Pour ce qui concerne l'aération, nous avons déjà dit que la galerie parallèle servait de conduite d'amenée d'air. C'est la première fois qu'on faisait

avec une pression de 270 millimètres. L'air est fourni par deux ventilateurs centrifuges, envoyant environ 30 mètres cubes d'air par seconde à 270 millimètres, et commandés chacun par une turbine de 250 chevaux. Ils travaillent alternativement par périodes de vingt-quatre heures, l'un étant toujours en réserve; au besoin, ils peuvent fonctionner simultanément en donnant une pression double ou une quantité double d'air.

Des ventilateurs, l'air est conduit par un canal à la galerie II et envoyé le long de celle-ci. Il est clair qu'on ne peut forcer l'air à remonter celle-ci entièrement quand on ouvre sur son parcours des galeries transversales, car, par une loi naturelle, l'air revient au dehors par le plus court chemin suivant le tunnel I. On a donc été obligé de murer

au fur et à mesure les galeries transversales, en ne laissant que l'ouverture nécessaire à l'écoulement des eaux du tunnel I à la galerie II. L'air fourni par les ventilateurs remonte donc presque en totalité jusqu'à la dernière galerie transversale, où l'on en a surtout besoin, et retourne au dehors, plus ou moins souillé, par le tunnel I. Quand il est nécessaire de laisser les galeries transversales libres pour le trafic entre I et II, celles-ci sont fermées aussi hermétiquement que possible par des portes en bois, lesquelles ne sont ouvertes que lorsque des personnes ou un train ont besoin de passer.

La ventilation est si parfaite qu'aucun accident n'est survenu à cause du manque d'air ou de l'impureté de celui-ci.

De la dernière galerie transversale jusqu'au front d'attaque, l'air ne pénétrerait pas de lui-même. Là on est obligé de recourir à l'ancienne méthode : on recueille de l'air frais dans la galerie II et, au moyen de souffleries et de conduites, on l'amène jusqu'aux perforatrices.

L'air entrant dans la galerie II se modifie naturellement sur son parcours au point de vue de la température et de l'humidité. La plus grande partie des roches laissent suinter de l'eau, et l'air se sature rapidement d'humidité. Quant à la température, on observa, dès le kilomètre 6 sur le côté nord, que la température de la roche atteignait 40° C. et, au kilomètre 8, 55° C. Mais nous avons compté que le fort courant d'air frais parcourant la galerie II en refroidirait peu à peu les parois, et en cela nous ne nous sommes pas trompé : le refroidissement est très notable. On a constaté, par exemple, au kilomètre 7, une température initiale de la roche de 48°, en avril 1902; en mars 1903, elle s'était abaissée à 28°.

Pendant longtemps (jusqu'au printemps 1902), la ventilation seule suffit pour procurer une température supportable sur les points d'avancement. Mais, lorsque la température de l'air dépassa 27°, on s'aperçut que la capacité de travail des ouvriers diminuait. On dut alors recourir au refroidissement par l'eau fraîche. On procéda à une installation fournissant 80 litres d'eau à la seconde. Comme l'utilisation de cette eau ne nécessite pas une très forte pression, on se servit pour la conduire de deux pompes centrifuges dites à haute pression, produi-

sant ensemble une pression de 40 atmosphères, et commandées chacune par une turbine de 250 chevaux. La conduite d'eau froide a 250^{mm} de diamètre, et l'eau arrive au point d'utilisation avec une pression de 10 à 15 atmosphères, bien suffisante pour permettre de la pulvériser finement, condition nécessaire pour un échange de chaleur intensif.

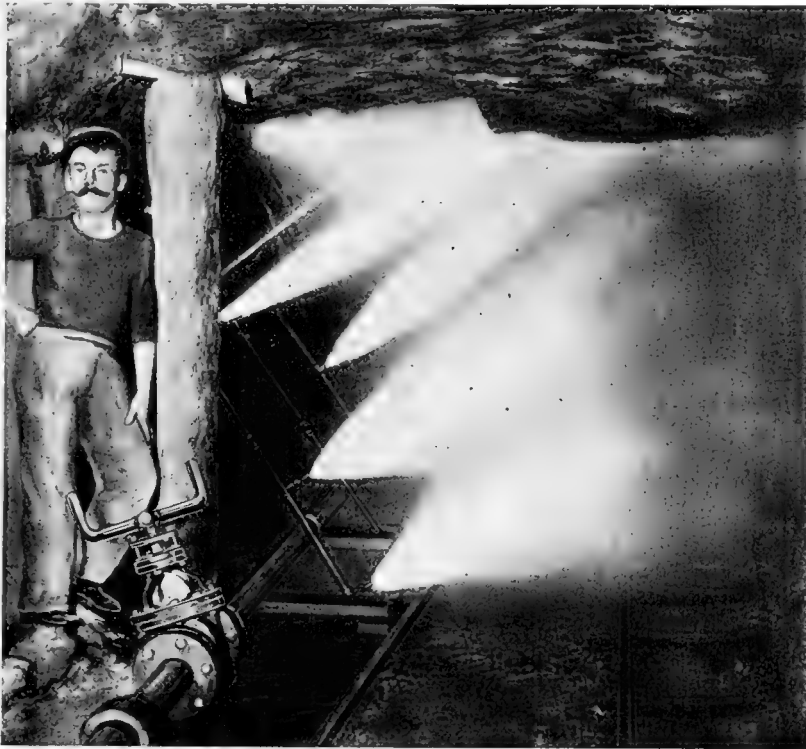


Fig. 7. — Pulvérisateurs à eau pour la réfrigération de l'air du côté nord.

Pour maintenir l'eau très fraîche, il faut protéger soigneusement la conduite, d'une longueur de 10 kilomètres environ, contre la chaleur qui règne dans la galerie II; sinon, l'eau prendrait peu à peu la température de l'air ambiant ou de la roche voisine. Le meilleur isolant que nous ayons trouvé est le charbon de feuilles, charbon de bois pulvérisé, placé sous forme de couche de 50 millimètres d'épaisseur autour du tuyau et maintenu par une couverture en tôle. Au lieu de l'échauffement de 1° par kilomètre qu'on avait supposé, on a observé à peine une élévation de 1/2° par kilomètre, soit un peu moins de 5° sur tout le trajet, ce qui permettait d'avoir au bout de la conduite de l'eau à 15° en été et à 5° ou 6° en hiver.

Cette eau est utilisée de la façon suivante : A un endroit de la galerie I où les wagons ne circulent

pas, on place sur le sol un système de tubes pourvus de pommes d'arrosoir dirigées vers le haut (fig. 7). L'eau qui sort sous pression est finement divisée et remplit tout le profil du tunnel; on fait circuler l'air au travers, et la température de ce dernier s'abaisse, par exemple, de 28° à 15°. L'air ainsi rafraîchi a perdu une partie de son humidité, et lorsqu'il s'échauffe de nouveau au contact des parois du tunnel, il devient relativement sec; il facilite ainsi l'évaporation sur la peau des travailleurs et les maintient par là au frais.

Enfin, l'eau froide a rendu encore un autre service; en la faisant ruisseler sur les parois des galeries dans leur partie extrême et sur les conduites d'air, on a également abaissé de beaucoup la tem-

peratures pendant la mauvaise saison, on avait disposé à la sortie des installations où ils pouvaient se déshabiller, prendre des bains ou se laver simplement, et revêtir ensuite leurs habits secs de sortie. Grâce à ces précautions, l'état de santé s'est maintenu excellent. Par une propreté très grande du tunnel et la forte ventilation, on est parvenu également à éloigner l'ennemi le plus terrible des mineurs, l'ankylostomiase, qui a causé tant de ravages au Gothard.

V. — DIFFICULTÉS RENCONTRÉES.

Nous dirons maintenant quelques mots des difficultés imprévues rencontrées au cours du perce-

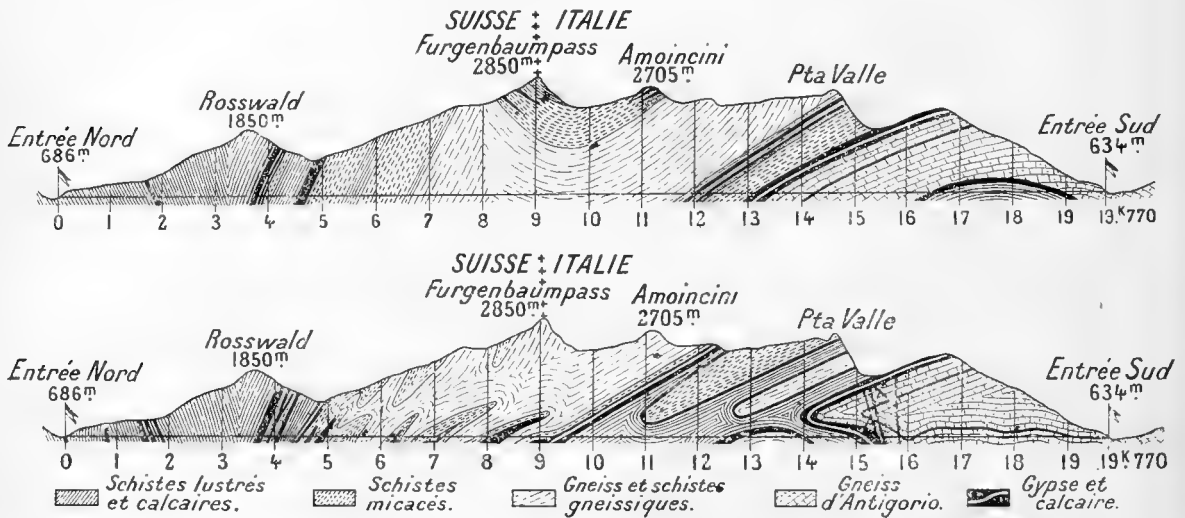


Fig. 8. — Coupe géologique du massif du Simplon. — En haut, le profil officiel, tracé en 1893 au cours des études; en bas, profil réel, tracé par M. Schardt d'après les résultats du percement.

pérature de la roche et celle de l'atmosphère fournie aux ouvriers qui travaillent sur le front d'attaque.

IV. — MESURES DE PROTECTION POUR LES OUVRIERS

Nous avons ainsi passé en revue tous les moyens employés à la construction d'un tunnel comme le Simplon; la méthode adoptée a eu surtout pour but de faciliter la tâche aux ouvriers et de maintenir leur capacité de travail. Car les travailleurs sont la marchandise la plus chère dans le percement d'un tunnel, et celle-ci doit être économisée. La durée du travail était de huit heures nettes: le jour était divisé en 3 périodes, commençant à 6 heures du matin, 2 heures de l'après-midi et 10 heures du soir. Afin de ne pas fatiguer inutilement les ouvriers, ils étaient transportés sur les chantiers par des trains spéciaux, et n'avaient qu'un très court trajet à pied.

Ensuite, pour éviter aux travailleurs, sortant généralement avec des habits chauds et mouillés, des

ment du Simplon et qui furent pour les entrepreneurs de très désagréables surprises.

En premier lieu, il faut citer les conditions géologiques, qui furent sensiblement différentes de ce qu'on avait prévu et presque toujours au désavantage de l'entreprise. On verra, par l'examen de la figure 8, représentant le profil officiel, tracé par les géologues avant le commencement de l'entreprise, et le profil vrai, dessiné par le Professeur Schardt d'après les résultats du percement, combien la réalité s'écarte de ce qu'on s'était figuré. Du côté sud, au lieu de roches plongeant sous un angle notable, on fut poursuivi dès le commencement et jusqu'à la fin par des stratifications horizontales, qui rendent le percement difficile et nécessitent des soutènements considérables. Dans toute la partie centrale, on n'avait prévu que le gneiss du Monte-Leone et une seule strate de calcaire en profondeur; en réalité, le calcaire s'est rencontré très fréquemment et, avec lui,

des venues d'eau, froide ou chaude, considérables. | ont exercé une telle pression que nous n'avons

La deuxième surprise fut les *irruptions d'eau* des kilomètres 4 à 4,4 du côté sud; de grosses sources (fig. 9 et 10) donnèrent jusqu'à 150 litres par seconde en été.

Elles n'ont pas cessé de couler depuis lors, et elles fournissent encore aujourd'hui par seconde 800 litres environ en hiver, et 1.200 en été. Du côté nord, où l'on avait prévu de l'eau au-dessous du

Gantertal, au kilomètre 5, on n'en a pas rencontré. | pées net. Il a fallu six mois pour percer ces

Une troisième difficulté consista dans l'existence de *zones de pression*, qui se rencontrèrent du côté sud immédiatement après les irruptions d'eau. Sur ce nom, on désigne des régions où la roche est plus ou moins plastique et sans solidité; ce phénomène doit vraisemblablement être attribué aux frottements énormes et à la pression



Fig. 9. — Source froide du côté sud dans la galerie parallèle.



Fig. 10. — Mesure de la température d'une source froide du côté sud.

pu y résister par aucun des moyens jusqu'alors employés. Les plus fortes poutres en bois ont été brisées comme des allumettes, et l'on a dû finalement recourir à une sorte de cuirassement formé de doubles poutres à T en fer de 40 centimètres; sur 44 mètres de longueur, ces poutres sont placées côte à côte (fig. 11). La pression est si énergique que plusieurs ont été cou-

44 mètres. Le revêtement de cette section a constitué également une tâche considérable; il a fallu employer des contreforts de 1^m,80 et des voûtes de 1^m,60, et le travail a duré deux ans.

La quatrième grande surprise fut la *température* du côté nord rencontrée au printemps de 1902 et qui, comme nous l'avons dit, atteignit 55° centigrades

qui ont été mis en jeu dans la formation des montagnes. Les régions que nous avons ainsi traversées | au lieu du maximum de 42° prévu. Nous avons pu heureusement la vaincre, parce que nos instal-

lations de refroidissement étaient assez fortes. Même en été, où l'eau était moins froide, la température ne dépassa pas 25°-27°, et les ouvriers n'en souffrirent pas trop. Le moment le plus angoissant fut celui où, après avoir atteint 55°, on calcula que, d'après l'augmentation d'épaisseur des couches sus jacentes, on arriverait probablement à 65°; on craignit alors d'avoir à arrêter les travaux pendant six mois à un an pour renforcer les installations de refroidissement. Heureusement, la température commença à décroître en avançant; on n'a pas pu trouver la cause de cet étrange phénomène.

Enfin, la dernière et la plus grave des difficultés fut la présence de l'eau chaude. D'après les prévisions géologiques originales, on ne devait guère rencontrer d'eau dans la partie chaude. Or, on en trouva du côté sud en août 1903 pendant peu de temps, et en décembre 1903 du côté nord d'une façon permanente. Il ne s'agit pas moins ici de 70 litres par seconde d'eau à 48°, apportant une quantité de 6 millions de calories nuisibles.

L'arrivée de l'eau chaude du côté nord créa des difficultés considérables lorsqu'on eut dépassé le plus haut point du tunnel et qu'on commença à travailler en contre-pente. On pompa l'eau et l'on s'arrangea pour éviter une nouvelle inondation de

la galerie; par l'amenée d'eau froide, on parvint à maintenir une température supportable et l'on put reprendre le travail. Mais de nouvelles sources chaudes se présentèrent; tous les expédients devinrent finalement insuffisants, et, le 18 mai 1904, au kilomètre 10,380, l'avancement du côté nord dut être définitivement abandonné.

Pendant ce temps, le percement du côté sud s'était poursuivi avec succès, jusqu'à ce que, le 6 septembre 1904, on eût rencontré une source chaude d'environ 100 litres de débit à la seconde et d'une température de 46°. Avec beaucoup de patience et d'énergie, elle fut maîtrisée, et, le 24 février 1905, la rencontre avec la galerie nord, abandonnée depuis le 18



Fig. 11. — Cadres en fer pour résister à la poussée du roc friable.

mai 1904, s'opérait heureusement.

Il ne reste plus aujourd'hui qu'à parachever le tunnel. Du côté nord, le revêtement est complètement terminé sur une longueur de 10 kilomètres, et du côté sud sur 8,5 kilomètres. Il est probable que dans six mois l'œuvre sera complètement achevée et que, le 1^{er} octobre prochain, le premier train régulier franchira la nouvelle percée des Alpes.

Ed. Sulzer-Ziegler,

Ingénieur en chef des Travaux
du Tunnel du Simplon.

LA PHYSIQUE DES ÉLECTRONS¹

La fécondité singulière manifestée par la notion nouvelle, par le fait expérimental de la structure discontinue, corpusculaire, des charges électriques semble être le caractère le plus saillant des travaux modernes en Électricité.

Ses conséquences pénètrent dans tous les domaines de l'ancien Physique : toutes puissantes en Électromagnétisme, en Optique, en Chaleur rayonnante, elles viennent jeter une clarté nouvelle jusque sur les conceptions fondamentales de la Mécanique newtonienne et rajeunir les vieilles idées atomistiques au point de les faire passer du rang des hypothèses à celui des principes, grâce au lien étroit qu'établissent les lois de l'électrolyse entre la structure atomique de la matière et celle de l'électricité.

Sans chercher à parcourir ici le champ tout entier de ces applications, je voudrais indiquer sur quelles bases solides, expérimentales et théoriques, repose dès maintenant la notion d'électron, fondement de la Physique nouvelle, souligner les points qui semblent demander une lumière plus complète et montrer combien vaste est la synthèse que l'on peut espérer en déduire, synthèse dont seules les grandes lignes paraissent arrêtées aujourd'hui.

Sous sa forme actuelle et provisoire, cette synthèse constitue un admirable instrument de recherches, et, grâce à elle, les questions se posent dans toutes les directions. Il y a là en quelque sorte une Amérique nouvelle, où l'on respire à l'aise, qui sollicite toutes les activités et qui peut enseigner beaucoup de choses au vieux Monde.

I. — L'ÉTHER ÉLECTROMAGNÉTIQUE.

1. *Champs et charges.* — On peut dire que l'effort génial de Faraday, de Maxwell et de Hertz a eu pour résultat de nous donner une connaissance précise des propriétés de l'éther électromagnétique et lumineux, du milieu homogène et vide de matière dont l'état se trouve entièrement défini, au phénomène près de la gravitation, quand nous connaissons en chacun de ses points la direction et la grandeur des deux champs électrique et magnétique.

J'insiste dès maintenant sur la possibilité d'atteindre ces notions, ainsi que la notion connexe de charge électrique, indépendamment de toute dynamique, je veux dire par des considérations n'im-

pliquant nullement la connaissance des lois du mouvement de la matière.

Les deux champs présentent cette propriété que leur divergence est constamment nulle en tout point de l'éther ; autrement dit, que les flux de force électrique et magnétique à travers une surface fermée ne contenant pas de matière sont rigoureusement nuls. C'est, en effet, toujours la matière, au sens ordinaire du mot, qui contient et peut fournir les charges électriques autour desquelles existe la divergence du champ électrique, de sens variable avec le signe des charges. Dans le cas extrême où les charges électriques paraissent le plus complètement dégagées de leur support matériel, pour les rayons cathodiques par exemple, les faits expérimentaux de la structure granulaire de ces rayons, de la complète indestructibilité de leur charge, le fait, enfin, que les corpuscules cathodiques, par cela même qu'ils sont chargés, possèdent la propriété fondamentale de la matière, l'inertie, et subissent des accélérations dans le champ électromagnétique, ces faits ne permettent pas de distinguer les charges soi-disant libres de la matière ordinaire électrisée.

Bien plus, nous arriverons à cette notion que non seulement il ne peut y avoir charge électrique sans matière, mais que, vraisemblablement, il ne peut y avoir matière sans électricité : une agglomération de centres électrisés des deux signes, analogues aux corpuscules cathodiques, possède presque toutes les propriétés de la matière par le fait seul que les centres sont électrisés. Nous verrons dans quelles limites cette conception peut être acceptée comme suffisante, et s'il est nécessaire de superposer d'autres propriétés à la charge électrique des centres pour obtenir une image satisfaisante de la matière. L'éther seul, au contraire, ne renferme jamais d'électricité.

Si l'expérience nous oblige à admettre l'existence de charges électriques positives et négatives, d'un flux de force électrique différent de zéro à travers une surface fermée tracée tout entière dans l'éther et contenant de la matière électrisée, il en est autrement pour le champ magnétique, car l'expérience n'a jamais jusqu'ici présenté aucun cas où une surface fermée tracée dans l'éther fût traversée par un flux magnétique différent de zéro. Seuls d'intéressants phénomènes observés récemment par M. Villard, dans l'action d'un champ magnétique intense sur la production des rayons cathodiques, paraîtraient recevoir une explication simple dans l'hypothèse des charges magnétiques libres ;

¹ Rapport présenté au Congrès international des Sciences et Arts à Saint-Louis, le 22 septembre 1904.

mais il n'est nullement certain que cette hypothèse soit nécessaire.

2. *Les équations de Hertz.* — Les deux champs électrique et magnétique dont l'éther peut être le siège sont liés l'un à l'autre de telle manière que l'un d'eux ne peut exister seul qu'à la condition de ne pas varier; toute variation du champ électrique produit un champ magnétique : c'est le courant de déplacement de Maxwell, et toute variation de champ magnétique produit un champ électrique : c'est le phénomène d'induction découvert par Faraday.

Ces deux relations sont traduites par les équations de Hertz, qui résument complètement notre connaissance du milieu électromagnétique, et qui impliquent que toute perturbation du milieu s'y propage avec la vitesse de la lumière. Hertz eut la gloire de vérifier ce fait expérimentalement.

3. *L'énergie.* — On peut dire encore que l'éther est le siège de deux formes distinctes de l'énergie, la forme électrique et la forme magnétique, susceptibles de se transformer l'une dans l'autre *par l'intermédiaire de la matière, c'est-à-dire des centres électrisés qu'elle contient.* Dans l'éther seul, en effet, dans la radiation qu'il propage, les champs électrique et magnétique, transversaux à la direction de la propagation, représentent toujours des énergies égales dans chaque élément de volume, sans oscillation de l'énergie d'une forme à l'autre. En présence de matière, au contraire, l'énergie électrique peut exister seule, et ce sont les mouvements des centres électrisés qui permettent sa transformation en énergie magnétique et réciproquement. La matière seule peut être source de radiations.

Il faut ajouter aux deux formes précédentes l'énergie de gravitation, qui correspond probablement à un troisième mode d'activité de l'éther, dont la connexion avec les deux autres est encore obscure.

J'insiste ici encore sur ce point que le principe d'équivalence des diverses formes de l'énergie ainsi que les procédés permettant de les mesurer peuvent s'atteindre indépendamment de toute notion dynamique, par des procédés faisant intervenir uniquement des systèmes matériels en équilibre.

4. *La théorie de Lorentz.* — L'éther nous étant ainsi complètement connu au point de vue électromagnétique et optique, le problème qui se posait aux continuateurs de Maxwell et de Hertz était celui de la connexion entre l'éther et la matière, la matière inerte, source et récepteur des radiations que l'éther transmet. Le lien cherché nous es

fourni par l'électron ou le *corpuseule*, centre électrisé *mobile* par rapport à l'éther.

Ce fut l'idée fondamentale de Lorentz de concevoir la possibilité d'un déplacement relatif des charges électriques, centres de divergence du champ, et de l'éther envisagé comme immobile. Ce déplacement s'effectue, d'ailleurs, sans aucune modification de la grandeur des charges, c'est-à-dire qu'une surface qui se déplace dans l'éther *avec elle* est traversée par un flux électrique complètement invariable : c'est le principe fondamental de la conservation de l'électricité, qui absorbera peut-être le principe de conservation de la matière, s'il ne peut y avoir matière sans électricité. Il est, cependant, probable que l'électricité seule ne suffit pas à construire la matière.

Nous n'avons actuellement aucun renseignement plus précis sur ce déplacement relatif des charges électriques et de l'éther, des centres électrisés dans le milieu immobile, aucune forme tangible sous laquelle nous puissions le concevoir. Les essais tentés jusqu'ici pour en obtenir une représentation concrète, pour donner une structure à l'éther, sont restés à peu près stériles. Peut-être y a-t-il là une difficulté qui tient à la nature actuelle de notre esprit, habitué par notre évolution séculaire à penser *en matière* alors qu'il est peu raisonnable de chercher à construire le milieu simple et un qu'est l'éther à partir du milieu compliqué et divers qu'est la matière. Je reviendrai plus loin sur ce point à propos des théories mécaniques de l'éther. Je crois qu'il faudra nous habituer à penser *en éther*, indépendamment de toute représentation matérielle.

Si la charge électrique est supposée répartie en volume dans une portion du milieu, le principe de conservation, joint à la possibilité du déplacement relatif des charges et de l'éther, oblige à modifier dans cette portion les équations de Hertz relatives au courant de déplacement par l'addition d'un courant de convection, conséquence nécessaire de l'existence du courant de déplacement, et impliquant production d'un champ magnétique par le déplacement de charges électriques à travers le milieu. Cette conséquence des équations de Hertz a reçu maintenant une confirmation expérimentale complète.

De plus, les faits expérimentaux imposent à ces charges mobiles une structure discontinue, granulaire, conduisant à la notion de l'électron comme une région singulière de l'éther, portant une charge d'un signe déterminé répartie sur sa surface ou dans son volume suivant que l'intensité du champ électrique est supposée présenter ou non une discontinuité quand on traverse la surface qui limite le volume occupé par l'électron. L'inertie d'origine

électromagnétique que nous allons reconnaître à un semblable centre s'oppose, sous peine de devenir infinie, à l'hypothèse d'une charge électrique finie condensée en un point sans étendue.

Des considérations très variées et de plus en plus précises sont venues converger vers cette notion de la structure atomique des charges, point de départ de tous les travaux récents en Électricité.

II. — L'ATOME D'ÉLECTRICITÉ.

1. *L'électron.* — Les si remarquables lois de l'électrolyse, découvertes par Faraday, établissent un lien intime et nécessaire entre la structure atomique de la matière et celle de l'électricité. Elles ont suffi pour conduire Helmholtz à concevoir cette dernière comme constituée de portions distinctes, insécables, éléments de charge, toutes identiques au point de vue de la quantité d'électricité qu'elles portent et différant seulement par le signe. Cette charge élémentaire est égale à celle que transporte un atome ou un radical monovalent dans l'électrolyse; un atome ou un radical polyvalent porte un nombre entier de pareils éléments.

Ce fut Johnstone Stoney qui employa le premier le mot *électrons* pour désigner ces atomes d'électricité, conçus tout d'abord comme distincts de la matière, à laquelle ils peuvent se combiner pour donner les ions électrolytiques. La présence de semblables électrons, combinés aux atomes matériels, lui permit de représenter certaines particularités des spectres de lignes, l'existence de doublets à même intervalle de fréquence, l'électron en mouvement étant considéré comme source d'émission des ondes lumineuses.

2. *Les gaz conducteurs.* — Mais ce sont les recherches sur la conductibilité électrique des gaz qui sont venues imposer de manière nécessaire la notion des atomes d'électricité, qui ont rendu cette notion plus tangible en permettant de compter les centres électrisés, de les saisir individuellement et de mesurer pour la première fois leur charge en valeur absolue.

Déjà en 1882, Giese, en observant les caractères particuliers de la conductibilité des gaz issus d'une flamme, les écarts à partir de la loi d'Ohm, l'impossibilité d'extraire du gaz, quel que soit le champ électrique employé, plus d'une quantité limitée d'électricité, la recombinaison progressive des charges disponibles dans le gaz, avait émis de façon précise cette idée que, comme dans les électrolytes, es charges électriques mobiles dans les gaz sont portées par des centres distincts, en nombre limité, positifs et négatifs, susceptibles de se mouvoir en sens inverses sous l'action d'un champ électrique

extérieur pour aller décharger les corps électrisés qui produisent ce champ.

Il est difficile, en effet, de concevoir comment, dans l'hypothèse où les charges des deux signes disponibles dans le gaz seraient réparties dans l'espace de manière continue, une masse de gaz électriquement neutre pourrait fournir une quantité limitée d'électricité de chaque signe, diminuant avec le temps par recombinaison progressive si l'on tarde à établir le champ électrique dans le gaz.

Il faut bien admettre, pour les deux électricités, une structure discontinue, qui leur permettra de coexister sans se neutraliser de manière complète. La recombinaison progressive des particules chargées ou ions des deux signes, présents en nombre limité, se produira au moment de leurs collisions mutuelles.

Le phénomène du courant de saturation, de la quantité limitée d'électricité disponible dans le gaz, se retrouva dans des conditions plus favorables à une étude expérimentale précise lorsque, aussitôt après la découverte des rayons de Röntgen et des radiations connexes, on eut reconnu leur propriété de rendre conducteurs les gaz qu'ils traversent. Les charges limitées qu'on peut extraire des gaz ainsi modifiés, la vitesse finie et facilement mesurable avec laquelle ces charges se déplacent sous l'action d'un champ électrique, leur recombinaison progressive, s'interprètent admirablement dans l'hypothèse où la radiation, comme la température élevée dans la flamme, dissocie un certain nombre de molécules du gaz en fragments électrisés portant des charges de signes contraires.

3. *Phénomènes de condensation.* — On sait comment les phénomènes de condensation de la vapeur d'eau sursaturante par les gaz rendus conducteurs, déjà rapportés par Robert von Helmholtz à la présence des ions, sont venus apporter une confirmation éclatante aux hypothèses précédentes. Grâce aux travaux de J. J. Thomson, Townsend, C. T. R. Wilson, H. A. Wilson, les gouttelettes d'eau visibles, formées chacune par condensation autour d'un centre électrisé, viennent apporter un témoignage tangible de l'existence de ceux-ci, et fournir un moyen de mesurer leur charge, présente sur chaque goutte d'eau formée et égale environ à $3,4 \times 10^{-10}$ unité électrostatique C.G.S. d'après les mesures récentes de J. J. Thomson et de H. A. Wilson.

L'idée fondamentale dans ce genre de mesures, appliquée pour la première fois par M. Townsend aux gouttelettes chargées qui se produisent en présence de vapeur d'eau simplement saturante dans les gaz récemment préparés, consiste à déduire la masse de chaque gouttelette de sa vitesse

de chute sous l'action de la pesanteur seule. Une formule de Stokes, donnant la résistance éprouvée par une sphère en mouvement dans un milieu visqueux, relie la vitesse de chute au rayon de la goutte et, par suite, à sa masse. On en déduira la charge électrique portée par chaque goutte si l'on connaît le rapport de cette charge à la masse.

Ce rapport peut s'obtenir, comme l'ont fait MM. Townsend et J.-J. Thomson, en mesurant ou calculant la masse totale d'eau portée par les gouttes, supposées toutes identiques, ainsi que la quantité totale d'électricité portée par les ions qui ont servi de centres pour la formation des gouttes. La charge ainsi obtenue fut trouvée égale, pour chaque centre, à 3×10^{-10} u. G.G. S. par M. Townsend, dans le cas des gaz de l'électrolyse, et à $6,5 \times 10^{-10}$ par le Professeur J.-J. Thomson, dans une première série de mesure sur les gaz ionisés par les rayons de Röntgen.

M. H.-A. Wilson obtint plus simplement le rapport de la charge à la masse d'une goutte en comparant la vitesse de chute de celle-ci, sous l'action de la pesanteur seule, à sa vitesse de chute dans un champ électrique vertical. On obtient ainsi directement le rapport cherché, et ce procédé a l'avantage de bien mettre en évidence que les charges électriques sont portées effectivement par les gouttes, et de séparer les gouttes qui portent une charge élémentaire de celles qui, par diffusion ultérieure des ions vers elles, peuvent porter une charge double ou triple. M. Wilson donne comme résultat moyen de ses mesures le nombre $3,1 \times 10^{-10}$, très voisin de celui de M. Townsend.

Une seconde série d'expériences du Professeur J.-J. Thomson, où il employa comme sources d'ionisation des corps radio-actifs, plus constants qu'un tube de Crookes, et où il s'efforça d'utiliser tous les ions présents dans le gaz pour la formation des gouttes, en produisant la sursaturation de la vapeur d'eau par une détente aussi rapide que possible et assez grande pour provoquer la condensation aussi bien sur les ions positifs que négatifs, lui donna comme résultat moyen $3,4 \times 10^{-10}$, en accord complet avec ceux des autres expérimentateurs.

Les principes de la Thermodynamique rendent parfaitement compte de cette influence d'un centre électrisé sur la condensation de la vapeur d'eau, la charge électrique d'une gouttelette diminuant la pression de la vapeur en équilibre avec elle. Bien plus, la sursaturation minimum reconnue nécessaire par C. T. R. Wilson pour la formation des gouttes d'eau sur les ions, la même quelle que soit leur origine (rayons de Röntgen, de Becquerel, aigrette, action de la lumière ultraviolette sur un métal chargé négativement), permet, par des raisonne-

ments de pure Thermodynamique, de calculer approximativement la charge portée par chacun de ces ions, et ce calcul, entièrement distinct de la mesure directe, conduit à la valeur 5×10^{-10} C.G.S.

4. *Le rayonnement intégral.* — Plus surprenant encore est le résultat obtenu récemment par H. A. Lorentz, qui parvint à baser une mesure précise de la charge élémentaire portée par les centres électrisés présents dans les métaux sur l'étude expérimentale du rayonnement intégral. Nous verrons comment l'absorption et l'émission d'ondes calorifiques et lumineuses par la matière sont liées à la présence dans celle-ci d'électrons en mouvement. Le rapport, pour une radiation de longueur d'onde donnée, entre le pouvoir émissif et le pouvoir absorbant, rapport indépendant de la nature de la substance, représente le pouvoir émissif du radiateur intégral que des mesures bolométriques donnent directement.

Or, ce rapport peut se calculer, comme l'a montré Lorentz, pour des longueurs d'onde suffisamment grandes par rapport au chemin moyen des électrons, en fonction de la charge portée par chacun de ceux-ci. La comparaison de ce résultat avec les mesures de Kurlbaum fournit un moyen entièrement nouveau d'obtenir cette charge et donne $3,7 \times 10^{-10}$ C.G.S.

5. *La théorie cinétique.* — Enfin, dernière confirmation qui précise davantage encore notre connaissance de l'atome d'électricité et notre confiance dans cette conception fondamentale : par des raisonnements simples de théorie cinétique, Townsend, en comparant la mobilité, sous l'action d'un champ électrique, des ions présents dans un gaz, à leur coefficient de diffusion à l'intérieur de ce gaz, quantités mesurées expérimentalement, a pu démontrer l'identité de la charge d'un de ces ions gazeux et de l'atome d'électricité d'Helmholtz, la charge de l'atome d'hydrogène dans l'électrolyse.

De là se déduit une nouvelle confirmation quantitative des valeurs obtenues pour cette charge élémentaire, car elles permettent, grâce à ce résultat de Townsend, de connaître la charge d'un atome monovalent dans l'électrolyse et d'en déduire immédiatement la constante d'Avogadro, le nombre des molécules contenues dans un volume donné d'un gaz. Le résultat est entièrement d'accord avec les évaluations, en général beaucoup plus grossières, qu'on avait pu déduire de la théorie cinétique des gaz.

Voilà un faisceau important d'indications concordantes, quoique d'origines absolument distinctes, qui mettent hors de doute la structure

granulaire des charges électriques et, par conséquent, la structure atomique de la matière elle-même. Les mesures que je viens de rappeler permettent de nous établir en toute sécurité sur le terrain, jusque-là mouvant, des grandeurs moléculaires.

Je tiens à souligner ici ce résultat extrêmement remarquable, et qui tient sans doute à quelque propriété fondamentale de l'éther, que tous ces centres électrisés sont identiques dès maintenant au point de vue de la charge qu'ils portent. Il nous faut pénétrer plus avant dans leurs propriétés, dans leurs relations avec les atomes matériels, déterminer leur grosseur relative par rapport à ceux-ci, pour aboutir à la notion la plus précise que nous possédions aujourd'hui dans ce domaine, celle des électrons négatifs ou corpuscules cathodiques, tous identiques non seulement au point de vue de leur charge, mais aussi au point de vue de leurs propriétés dynamiques. Nous sommes malheureusement beaucoup moins renseignés sur les centres positifs.

III. — INERTIE ET RAYONNEMENT.

1. *Le sillage électromagnétique.* — Mais, avant d'aller plus loin, il importe d'indiquer tout ce que l'on peut tirer du point de vue auquel nous sommes arrivés maintenant : des centres électrisés dont l'existence est établie expérimentalement et dont nous connaissons la charge en valeur absolue, mobiles par rapport à un éther fixe défini par les équations de Hertz, sans que nous ayons eu besoin de recourir, pour en arriver là, à aucune considération dynamique.

Dans quelle mesure les propriétés connues de la matière peuvent-elles se déduire de ces deux notions d'électron et d'éther et que devons-nous admettre en dehors de celles-ci pour édifier une synthèse ? Nous allons voir rapidement, en précisant notre conception de l'électron, comment elle peut suffire pour représenter à la fois l'inertie de la matière, ses propriétés dynamiques et son pouvoir d'émettre et d'absorber les radiations électromagnétiques que l'éther transmet.

La possibilité de concevoir l'inertie, la masse, non pas comme une notion fondamentale, mais comme une conséquence des lois de l'électromagnétisme est une conception qui a son origine dans un important Mémoire publié en 1881 par J. J. Thomson. Il y étudie, en s'appuyant sur l'existence du courant de déplacement de Maxwell, le champ électromagnétique qui accompagne une sphère électrisée en mouvement.

Ce mouvement implique changement du champ électrique en un point fixe par rapport au milieu,

donc courant de déplacement et, par suite, production d'un champ magnétique conformément à l'idée de Maxwell. C'est encore la nécessité du courant de convection que j'ai signalée plus haut. Le champ magnétique ainsi produit, analogue à celui d'un élément de courant parallèle à la vitesse du mobile électrisé, est proportionnel en chaque point à cette vitesse, du moins tant que celle-ci ne s'approche pas trop de celle de la lumière.

Cette production d'un champ magnétique au moment de la mise en mouvement du mobile implique une dépense d'énergie proportionnelle, en première approximation, pour les vitesses faibles par rapport à celle de la lumière, au carré de la vitesse, c'est-à-dire de même forme que l'énergie cinétique ordinaire. Donc, une partie au moins de l'inertie d'un corps électrisé est une conséquence de sa charge électrique.

De plus, le champ magnétique ainsi produit, et le champ électrique d'autant plus modifié par lui qu'on s'approche davantage de la vitesse de la lumière, constituent, autour du centre électrisé en mouvement de translation, un sillage qui l'accompagne à travers l'éther sans modification aucune tant que la vitesse reste constante. Il est, d'ailleurs, nécessaire qu'une action extérieure intervienne pour modifier l'énergie du sillage et, par conséquent, pour augmenter ou diminuer la vitesse. Ceci implique, en l'absence même de toute autre inertie que celle d'origine électromagnétique due à la production du sillage, la loi fondamentale de Galilée sur la conservation de la vitesse acquise, en l'absence de toute action, de tout champ de force extérieur.

C'est ici l'éther immobile, le milieu électromagnétique qui sert de support fixe aux axes par rapport auxquels le principe de l'inertie est applicable, et dont la Mécanique ordinaire se borne à affirmer l'existence en disant : il existe un système d'axes, déterminé à une translation uniforme près, par rapport auquel le principe de Galilée se vérifie exactement.

2. *Le mouvement absolu.* — Si nous pouvons, au point de vue actuel, concevoir l'éther comme supportant ces axes de Galilée, il n'en résulte pas nécessairement que les phénomènes électromagnétiques nous permettent d'atteindre le mouvement absolu. Il semble bien, au contraire, que des expériences statiques effectuées dans un système matériel par un observateur entraîné avec lui ne permettent pas, quelle que soit la précision des mesures électromagnétiques ou optiques, de mettre en évidence le mouvement d'entraînement du système par rapport à l'éther si ce mouvement est une translation. M. Larmor et, plus complète-

ment, M. Lorentz ont démontré que, s'il n'existe dans le système entraîné que des actions d'origine électromagnétique, il est possible d'établir de manière complète une correspondance statique (relative à des positions d'équilibre ou à des franges noires en optique) entre le système en mouvement et un système fixe par rapport à l'éther, au moyen d'un changement de variables qui conserve aux équations électromagnétiques par rapport aux axes mobiles la forme exacte qu'elles possèdent pour un système fixe. Les deux systèmes diffèrent l'un de l'autre en ce que le système mobile est légèrement contracté, par rapport au système fixe, dans le sens de la translation, d'une quantité toujours très faible, proportionnelle au carré du rapport de la vitesse d'entraînement à la vitesse de la lumière. Cette contraction affecte également tous les éléments du système mobile, les électrons eux-mêmes, si les actions intérieures sont uniquement des actions électromagnétiques ou se comportent comme elles, et l'observateur ne peut pas plus la constater qu'il ne peut constater le mouvement d'entraînement. Ainsi se trouvent expliquées les expériences négatives nombreuses dirigées dans ce sens, de Michelson et Morley, de Lord Rayleigh, de Brace, de Trouton et Noble, si l'on admet que toutes les actions intérieures à la matière sont d'origine électromagnétique. Peut-être des expériences d'un autre type que celles qu'on a tentées jusqu'ici, des expériences dynamiques et non plus statiques, permettront-elles de saisir le mouvement absolu, les axes liés à l'éther, au lieu d'en simplement concevoir l'existence.

Mais nous verrons plus loin qu'il semble difficile d'éliminer toute action étrangère, non électromagnétique, et il faudrait alors admettre, avec M. Lorentz, pour que la correspondance subsiste, que, dans le système entraîné, les forces et les masses d'origine non électromagnétique sont modifiées exactement comme les forces et les masses électromagnétiques, hypothèse assez compliquée, dans l'état actuel de la question.

Mais il n'est pas nécessaire d'en arriver là : il paraît vraisemblable que ces actions étrangères, nécessaires à l'intérieur de l'électron pour assurer sa stabilité, et pour représenter la gravitation, probablement connexe, n'interviennent pas de manière appréciable dans les expériences rappelées plus haut, et que tout se passe dans celles-ci comme si les forces électromagnétiques, seules à y jouer un rôle, existaient seules aussi.

3. *L'inertie électromagnétique.* — Le problème du sillage électromagnétique qui accompagne une sphère ou un ellipsoïde électrisés, en mouvement

de translation uniforme dans l'éther, a été repris et complètement résolu, après J.-J. Thomson, par Heaviside et Searle. Max Abraham a montré que leurs résultats subsistent à un facteur numérique près lorsque, au lieu de supposer le corps conducteur, on suppose sa charge répartie uniformément dans le volume.

Parmi les résultats les plus importants contenus dans cette solution du problème de J.-J. Thomson, je signalerai ceux-ci : que, dans le cas d'une sphère conductrice, la charge électrique reste uniformément répartie sur la surface, quelle que soit la vitesse, tandis que le champ électrique à distance tend à se concentrer de plus en plus dans le plan équatorial à mesure que la vitesse s'approche de celle de la lumière; de plus, l'énergie qu'il faut dépenser au moment de la mise en mouvement dans la modification correspondante du champ électromagnétique entourant la sphère, dans son sillage, cesse d'être proportionnelle au carré de la vitesse et augmente indéfiniment quand celle-ci s'approche de la vitesse des ondes lumineuses; la loi d'accroissement de cette énergie cinétique d'origine électromagnétique, énergie de self-induction du courant auquel la particule chargée en mouvement équivaut, se déduit facilement de la solution de Searle.

Sans aucune autre hypothèse que celle de sa charge électrique, l'électron se trouve donc posséder l'inertie définie comme capacité d'énergie cinétique, avec une loi particulière de variation de celle-ci en fonction de la vitesse, loi dont l'allure varie peu avec les hypothèses faites sur la forme de l'électron et sur la répartition des charges électriques. Dans tous les cas, on retrouve l'impossibilité de communiquer à l'électron une vitesse égale à celle de la lumière, au moins de manière permanente.

Au lieu de considérer l'électron comme sphérique, quelle que soit la vitesse, M. Lorentz l'admet sphérique au repos avec une distribution uniforme des charges; mais, si les actions intérieures à l'électron sont uniquement d'origine électromagnétique, nous avons vu que celui-ci doit s'aplatir dans la direction de son mouvement d'une quantité proportionnelle au carré $\frac{v^2}{v_0^2}$ du rapport de sa vitesse de translation à la vitesse de la lumière, pour devenir un ellipsoïde de révolution aplati, le diamètre équatorial restant égal au diamètre de la sphère primitive. Ceci conduit, comme on le verra, à une loi d'inertie électromagnétique différente de l'inertie d'une sphère invariable.

Nous verrons plus loin qu'il ne paraît nécessaire de supposer aux électrons, négatifs tout au moins, aucune inertie en dehors de celle-là, sans

que les expériences soient encore assez précises pour permettre d'atteindre la forme même de l'électron dont dépend la loi de variation de l'énergie cinétique avec la vitesse.

4. *Deux problèmes.* — Nous avons seulement examiné jusqu'ici le cas d'un électron en mouvement uniforme, en l'absence de tout champ électromagnétique extérieur capable de modifier le mouvement de l'électron en lui communiquant une accélération.

Le problème général de la connexion entre l'éther et l'électron, qui représente vraisemblablement la partie la plus importante de la connexion entre l'éther et la matière, est double.

En premier lieu, quelle est la perturbation électromagnétique qui accompagne dans l'éther un déplacement quelconque et donné d'électrons? En second lieu, quel mouvement prendront ces électrons, libres de se mouvoir dans un champ électromagnétique extérieur, superposé à celui qui constitue leur sillage?

5. *Onde de vitesse, onde d'accélération.* — Nous possédons tous les éléments pour la solution du premier problème, dont celui du mouvement uniforme n'est qu'un cas particulier. M. Lorentz en a donné, sous une forme très simple, la solution générale par l'intermédiaire des potentiels retardés. Chaque élément de charge en mouvement donné détermine, par sa position, sa vitesse et son accélération à l'instant t , les champs électrique et magnétique à l'instant $t + \tau$ sur une sphère ayant pour centre la position à l'instant t , et pour rayon le chemin parcouru par la lumière pendant le temps τ . M. Lorentz a donné les expressions des deux potentiels électrostatique et vecteur dont les champs se déduisent par les formules connues.

Les expressions complètes de ces champs, qui ont été données pour la première fois par M. Liénart, comprennent chacune deux parties : La première dépend uniquement de la vitesse de l'élément de charge à l'instant t et contribue à former le sillage qui accompagne l'électron dans son déplacement; je l'appellerai *onde de vitesse*. Cette onde de vitesse, qui existe seule dans le cas du mouvement uniforme, a son champ électrique dirigé partout vers la position qu'occuperait l'élément de charge à l'instant $t + \tau$ s'il avait conservé depuis l'instant t la vitesse qu'il avait à ce moment; M. Schwartzschild appelle cette position le point d'aberration; elle coïncide avec la position vraie du mobile à l'instant $t + \tau$ si le mouvement est uniforme. L'autre partie des deux champs fait intervenir l'accélération, et les directions des deux

champs y sont perpendiculaires l'une à l'autre et perpendiculaires au rayon, en même temps que les deux champs électrique et magnétique y représentent des énergies égales; ce sont là tous les caractères de la radiation se propageant librement dans l'éther. Je l'appellerai *onde d'accélération*. De plus, les intensités des champs variant ici en raison inverse de la distance au centre, l'énergie représentée par cette onde d'accélération ne tend pas vers zéro quand le temps τ augmente indéfiniment; il y a donc énergie rayonnée à l'infini par l'onde d'accélération.

L'onde de vitesse, au contraire, dans laquelle l'intensité des champs varie en raison inverse du carré du rayon $V\tau$, ne transporte aucune énergie à l'infini; l'énergie des ondes de vitesse accompagne l'électron dans son déplacement; elle contient son énergie cinétique.

6. *Radiation implique accélération.* — On en conclut qu'un centre électrisé soumis à une accélération, et seulement alors, rayonne à l'infini, sous forme d'une onde transversale, d'une radiation électromagnétique, une quantité finie d'énergie proportionnelle, par unité de temps, au carré de l'accélération.

L'origine de la radiation électromagnétique, de toute radiation est donc dans l'électron soumis à une accélération; c'est par son intermédiaire que la matière fonctionne comme source d'ondes hertziennes ou lumineuses. Toute accélération, tout changement qui s'opère dans l'état de mouvement d'un système d'électrons se traduit par l'émission d'ondes.

Le caractère de l'onde émise change naturellement suivant que l'accélération est brusque, discontinue, ou périodique.

Dans le premier cas, réalisé par exemple lors de l'arrêt brusque, par une anticathode, des électrons ou corpuscules négatifs qui constituent les rayons cathodiques, la radiation consiste dans une pulsation brusque, ayant pour épaisseur le produit de la vitesse de la lumière par le temps qu'a duré le retard progressif, et qui fournit une représentation complète des rayons de Röntgen ou des rayons γ des corps radio-actifs.

Si l'accélération est périodique, au contraire, comme dans le cas d'un électron gravitant autour d'un centre électrisé de signe contraire au sien, l'accélération est périodique, et la radiation émise constitue une lumière de longueur d'onde déterminée par la période de révolution de l'électron.

La solution du premier des deux problèmes fondamentaux paraît ainsi complète et ne soulève aucune difficulté.

IV. — DYNAMIQUE DES ÉLECTRONS.

1. *L'idée de Maxwell.* — Le problème inverse est moins simple qui consiste à trouver le mouvement, l'accélération que prend un électron mobile dans des champs électrique et magnétique d'intensités données; c'est, à proprement parler, le problème de la Dynamique des électrons. Les équations qui résolvent ce problème doivent, comme les équations de la Dynamique ordinaire, renfermer deux sortes de termes: les uns dépendant des champs extérieurs, traduisant leur action sur l'électron, analogues aux forces extérieures dans la Dynamique; les autres dépendant du mobile lui-même, traduisant sa résistance à la mise en mouvement, analogues aux forces d'inertie.

Les termes correspondant aux actions extérieures, les forces, ont été obtenus par M. Lorentz en suivant une méthode qui était le prolongement naturel des idées de Maxwell sur la possibilité d'une explication mécanique, indéterminée d'ailleurs, des faits de l'Électromagnétisme. L'analogie des équations de l'induction électrodynamique et des équations de Lagrange paraissait justifier une telle explication, et il était naturel de continuer à envisager le système éther-électrons comme un système mécanique et d'appliquer au mouvement des centres électrisés les équations de Lagrange, déduisant ainsi les forces exercées sur l'électron des énergies électrique et magnétique, envisagées comme correspondant aux énergies potentielle et cinétique du système mécanique substitué à l'éther.

On se trouve ainsi amené à appliquer au milieu éther, en considérant comme fondamentales les notions de masse et de force qu'elles impliquent, les équations de la Dynamique matérielle, déduites de principes fondés sur l'observation de la matière seule, toujours prise en masse et sans action sensible des rayonnements.

2. *L'éther en matière.* — On étend ainsi, par une induction hardie, ces principes dans un domaine pour lequel ils n'ont pas été créés, et l'on admet aussi de manière implicite la possibilité d'une représentation matérielle de l'éther. En dehors de celles que j'ai déjà signalées, une semblable tentative soulève bien des difficultés, et les efforts faits pour la prolonger de manière plus précise n'ont pas abouti jusqu'ici. L'essai le plus profond, l'éther gyrostatique de Lord Kelvin, conviendrait à la rigueur pour représenter la propagation de phénomènes périodiques dans l'éther seul, mais rend impossible l'existence d'une déformation permanente, nécessaire cependant pour représenter un champ électrostatique constant. Les gyrostats se retourneraient dans ce cas au bout

d'un temps fini, et le système cesserait de réagir contre la déformation qui lui est imposée. De plus, il paraît impossible de comprendre dans cette conception la présence d'électrons permanents, centres de déformation du milieu.

En dehors de cette difficulté, M. Larmor a besoin, dans l'image matérielle qu'il a proposée pour l'éther, de superposer au système gyrostatique de Lord Kelvin les propriétés d'un fluide parfait dont le déplacement, représentant le champ magnétique, soit à chaque instant irrotationnel pour ne pas produire de champ électrique par rotation des gyrostats présents dans le milieu. Mais une grosse difficulté s'ajoute aux précédentes: si le mouvement d'un fluide satisfait à chaque instant à la condition d'être irrotationnel pour des déplacements infiniment petits, il n'en est plus ainsi pour des déplacements finis, et un champ magnétique ne pourrait durer un temps fini sans donner naissance à un champ électrique.

Je crois impossible de surmonter ces difficultés et d'aboutir à une image matérielle de l'éther, dont la nature et les propriétés sont complètement distinctes, et probablement beaucoup plus simples et plus unes que celles de la matière.

3. *L'action et la réaction.* — Continuons, cependant, dans cette voie pour nous heurter à des difficultés nouvelles.

Par application des équations de Lagrange, M. Lorentz obtient sur chaque électron en mouvement deux forces extérieures, deux termes traduisant l'action du champ électromagnétique.

L'une est parallèle au champ électrostatique: c'est la force électrique ordinaire; l'autre est perpendiculaire à la direction de la vitesse et à celle du champ magnétique: c'est la force électromagnétique analogue à la force de Laplace exercée par un champ magnétique sur un élément de courant. Ce double résultat résume toutes les lois élémentaires de l'Électromagnétisme et de l'Électrodynamique, si l'on considère le courant dans les conducteurs ordinaires comme dû au déplacement de particules électrisées.

On reconnaît facilement que les forces ainsi obtenues, exercées par l'éther sur les électrons, sur la matière qui les contient, ne satisfont pas au principe de l'égalité de l'action et de la réaction quand on prend l'ensemble des forces qui agissent à un même instant sur tous les électrons constituant la matière. Dans le cas d'un corps qui rayonne de façon dissymétrique, par exemple, il se produit un recul, une accélération que ne compense, au même instant, aucune accélération subie par une autre portion de la matière. Plus tard, au moment où le rayonnement émis rencontre des obstacles, la com-

pensation se fait (mais seulement de manière partielle si tout le rayonnement n'est pas absorbé) par l'intermédiaire de la pression qu'exerce un rayonnement sur les corps qui le reçoivent, pression dont l'expérience a démontré l'existence.

L'égalité de l'action et de la réaction n'a, d'ailleurs, jamais été démontrée expérimentalement dans des cas semblables, et il n'y a ici aucune difficulté si l'on ne tient pas à étendre ce principe au delà des faits qui l'ont suggéré.

4. *La quantité de mouvement électromagnétique.* — Si l'on veut néanmoins réaliser cette extension quelque peu arbitraire, on est conduit à ne pas appliquer le principe à la matière seule, et à supposer à l'éther une quantité de mouvement, qui serait celle du système matériel auquel on l'assimile. M. Poincaré a montré que cette quantité de mouvement électromagnétique doit être proportionnelle en chaque point, en grandeur et en direction, au vecteur de Poynting, qui permet en même temps de définir l'énergie transmise à travers le milieu.

En partant de cette notion de quantité de mouvement électromagnétique, M. Max Abraham a pu calculer les termes, laissés de côté par M. Lorentz, qui dépendent du mouvement de l'électron lui-même, sa force d'inertie, par la variation de la quantité de mouvement électromagnétique contenue dans son sillage. Il s'est trouvé conduit pour la première fois, d'après la forme des termes qui représentent cette force d'inertie, à la notion d'une masse dissymétrique et fonction de la vitesse.

5. *Le mouvement quasi-stationnaire.* — Le calcul ne peut se faire complètement que dans le cas, toujours réalisé, d'ailleurs, au point de vue expérimental, où l'accélération de l'électron est assez faible pour que le sillage puisse être à chaque instant considéré comme identique à celui qui accompagnerait un électron se mouvant avec la vitesse actuelle, mais d'un mouvement uniforme depuis très longtemps. C'est ce que M. Abraham appelle un mouvement quasi-stationnaire. Dans ce cas, le sillage est entièrement connu à chaque instant comme nous l'avons vu, donc la quantité de mouvement électro-magnétique et, par suite, sa variation qui mesure la force d'inertie. La condition du mouvement quasi-stationnaire est tout simplement qu'au voisinage de l'électron, là où la quantité de mouvement électromagnétique se trouve presque entière, l'onde d'accélération émise soit négligeable par rapport à l'onde de vitesse.

6. *Masse longitudinale et masse transversale.* — Dans ces conditions, on trouve que la force d'inertie est proportionnelle à l'accélération avec

un coefficient de proportionnalité, analogue à la masse, mais qui se trouve ici fonction de la vitesse et qui augmente indéfiniment comme l'énergie cinétique, à mesure qu'on s'approche de la vitesse de la lumière. De plus, cette masse électromagnétique n'est pas la même pour une même vitesse, suivant que l'accélération est parallèle ou perpendiculaire à la direction de la vitesse. Il y a, par rapport à cette direction, une masse longitudinale et une masse transversale. La masse n'est donc plus une grandeur scalaire, mais possède la symétrie d'un tenseur parallèle à la vitesse. Aucun fait expérimental ne permet encore de vérifier cette dissymétrie de la masse des électrons, qui ne se manifeste nettement qu'aux vitesses voisines de celle de la lumière; mais, au contraire, la variation de la masse transversale avec la vitesse a pu être constatée par M. Kaufmann sur les rayons β du radium, constitués par des projectiles identiques aux *corpuseules* cathodiques. Il suffit de comparer les déviations de ces rayons dans des champs électrique et magnétique perpendiculaires à leur direction pour en déduire, par application des équations obtenues précédemment pour la dynamique des électrons, leur vitesse et le rapport de la charge électrique à la masse transversale des particules qui les constituent. Ce rapport diminue quand la vitesse augmente, et, si nous considérons comme fondamental le principe de conservation de la charge électrique, nous en concluons à un accroissement expérimental de la masse transversale dans un rapport facile à comparer avec celui que la théorie donne pour la masse électromagnétique seule.

7. *La matière des philosophes.* — Mais, avant de discuter les résultats de cette comparaison, je tiens à signaler une difficulté logique soulevée par la marche que nous avons suivie. Nous avons convenu de considérer comme fondamentales les notions de masse et de force édifiées par la Mécanique pour représenter les lois du mouvement de la matière; nous concevons a priori la masse comme une quantité scalaire parfaitement invariable.

Puis, supposant la possibilité d'une représentation matérielle de l'éther, nous appliquons à celui-ci les équations de la Dynamique matérielle et nous nous trouvons conduits à admettre pour les électrons, partie de la matière, et par suite pour la matière elle-même, une masse dissymétrique, tensorielle et variable. A quoi devront alors s'appliquer les équations ordinaires de la Dynamique et les notions, considérées comme fondamentales, qu'elles impliquent? A une matière abstraite, une matière des philosophes, qui ne serait pas la matière ordi-

naire, puisque celle-ci est inséparable des charges électriques et qu'elle est constituée vraisemblablement par une agglomération d'électrons en mouvement périodique stable sous leurs actions mutuelles? Ou à l'éther? mais nous n'avons pour lui aucune notion de ce qui peut y être masse ou mouvement.

C'est bien plutôt l'éther qu'il faut considérer comme fondamental, et il est alors naturel de le définir initialement par les propriétés que nous lui connaissons, c'est-à-dire par les champs électrique et magnétique, considérés comme fondamentaux et qu'il est possible d'atteindre, ainsi que je l'ai dit, sans admettre à aucun moment la connaissance des lois de la Dynamique, les notions de masse et de force sous leur forme ordinaire. Nous retrouverons ces dernières comme des notions dérivées et secondaires.

V. — LA DYNAMIQUE ÉLECTROMAGNÉTIQUE.

1. *Changement de point de vue.* — Il semble ainsi beaucoup plus naturel de renverser la conception de Maxwell et de considérer l'analogie qu'il a signalée entre les équations de l'Électromagnétisme et celles de la Dynamique sous la forme de Lagrange comme justifiant beaucoup plus la possibilité d'une représentation électromagnétique des principes et des notions de la Mécanique ordinaire, matérielle, que la possibilité inverse.

Il nous faut alors résoudre notre second problème, celui de la dynamique des électrons, de leur mouvement dans des champs donnés, sans avoir recours aux principes de la Mécanique, par des considérations purement électromagnétiques.

Les équations de Hertz, qui nous ont permis de résoudre le premier problème, ne sont plus suffisantes ici, et nous avons besoin d'un principe plus général, qui ne suppose pas donné le mouvement des électrons, mais qui le détermine.

2. *Les lois d'énergie stationnaire.* — Nous utiliserons ce principe sous une forme indiquée par M. Larmor, et qu'on peut envisager comme une généralisation des lois connues de l'Électrostatique ou de l'Électrodynamique. On sait que la répartition des charges et du champ électriques dans un système de corps électrisés se fait toujours de manière que l'énergie électrostatique W_e , contenue dans le milieu modifié par le champ, soit minimum. Des principes analogues sont relatifs au champ magnétique produit par des courants d'intensité donnée, l'énergie W_m localisée dans le champ magnétique étant moindre pour la répartition réelle de celui-ci que pour toute autre répartition

satisfaisant à la condition que l'intégrale du champ le long d'une ligne fermée soit égale à 4π fois l'intensité des courants qui traversent ce contour.

Si des déplacements sont possibles, des conducteurs maintenus à potentiel constant sont en équilibre stable si l'énergie électrostatique est maximum, et des courants d'intensités données sont également en équilibre stable si l'énergie de leur champ magnétique est aussi maximum.

Dans tous ces cas de maximum et de minimum, une modification infiniment petite du système à partir de l'état permanent produit une variation nulle dans l'énergie. Celle-ci est stationnaire.

3. *Principe général.* — Quand, au lieu de rester permanent, l'état du système est variable et qu'il y figure nécessairement à la fois les deux sortes de champs, nous cherchons à retrouver comme dans le régime permanent une expression qui reste stationnaire, c'est-à-dire dont la variation est nulle quand on suppose le système infiniment peu modifié à partir de son état réel. On est ainsi conduit à remplacer les énergies W_e , W_m , qui jouaient ce rôle dans le régime permanent, par une intégrale prise par rapport au temps et où figure non pas la somme des énergies, puisque cette quantité, égale à l'énergie totale, doit rester constante s'il n'intervient que des actions électromagnétiques, mais leur différence :

$$\int_{t_0}^{t_1} (W_e - W_m) dt,$$

intégrale qui reste stationnaire pour toute modification virtuelle du système, cette modification étant soumise à la condition de s'annuler aux limites t_0 , t_1 , de l'intégrale, exactement comme dans le principe analogue d'Hamilton en Mécanique.

Le principe de variation nulle que nous venons d'énoncer, et que nous considérerons comme résultant d'une induction basée sur des principes uniquement électromagnétiques, permet, en effet, de retrouver trois des équations de Hertz quand on admet les trois autres, et fournit de la manière la plus simple la solution que nous avons obtenue pour le premier problème au moyen de ces équations. De plus, le mouvement des électrons, supposé donné seulement aux instants t_0 , t_1 , intervient dans l'intégrale, et la condition que celle-ci soit stationnaire permet de déterminer les lois de ce mouvement dans l'intervalle en partant d'un principe dont la signification est purement électromagnétique. On retrouve exactement ainsi les résultats de M. Abraham : Les équations du mouvement contiennent des termes qui dépendent : les uns de l'électron mobile et sont proportionnels, dans l'hypothèse du mouvement quasi-stationnaire, à son accé-

lération, avec des coefficients fonctions de la vitesse, que nous appellerons les masses longitudinale et transversale de l'électron; les autres de la charge et des champs extérieurs, que nous appellerons les forces et qui sont ceux donnés par M. Lorentz. Le mouvement ultérieur de l'électron est ainsi déterminé par l'état électromagnétique actuel du système.

4. *Liaisons dans l'électron.* — Pour simplifier l'analyse et n'avoir pas à se préoccuper du mouvement de rotation de l'électron, je considère celui-ci comme une vacuole présente dans l'éther, les intégrales de volume qui représentent les énergies W_e , W_m des champs électrique et magnétique s'étendant seulement à l'espace extérieur à la sur-

vitesse augmente. Les formules qui expriment dans ce cas la variation des masses longitudinale et transversale avec la vitesse sont différentes de celles de M. Abraham et de M. Lorentz, quoique donnant toujours l'accroissement indéfini des deux masses à mesure qu'on approche de la vitesse de la lumière.

Les formules ainsi obtenues pour le rapport $\frac{m}{m_0}$ de la masse transversale m , seule accessible jusqu'ici à l'expérience, à la masse m_0 aux très faibles vitesses, en fonction du rapport $\beta = \frac{v}{V}$ de la vitesse de l'électron à celle de la lumière, sont :

1° *Electron sphérique variable :*

$$\frac{m}{m_0} = \frac{3}{4} \psi(\beta) = \frac{3}{4 \beta^2} \left[\frac{1 + \beta^2}{2\beta} L \frac{1 + \beta}{1 - \beta} - 1 \right];$$

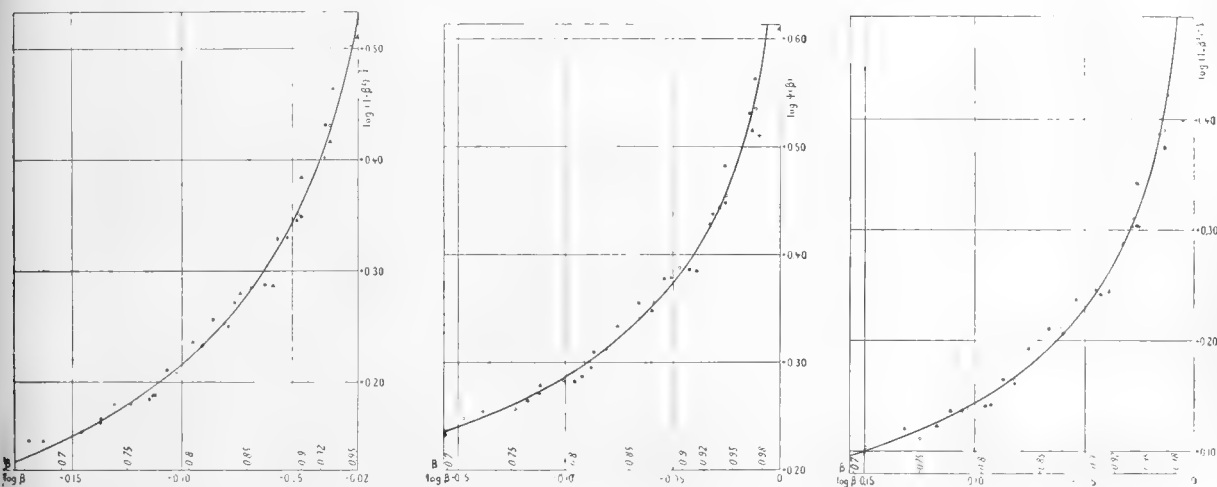


Fig. 1. — Courbes théoriques et valeurs expérimentales de la variation du rapport $\frac{e}{m}$ en fonction de la vitesse.

face qui limite la vacuole. On peut supposer comme liaison unique, en dehors de la charge électrique donnée, la forme de cette surface fixée, sphérique par exemple, grâce à une action de nature inconnue, et l'on retrouve naturellement les formules de M. Abraham pour les masses longitudinale et transversale dans le cas d'un électron sphérique. Mais on peut aussi supposer la liaison plus simple, impliquant seulement par exemple un volume déterminé de la vacuole à cause de l'incompressibilité de l'éther extérieur; si l'on cherche alors quelle est, dans le cas d'un mouvement de translation uniforme, la forme que prendra spontanément l'électron pour satisfaire à la condition de variation nulle, on trouve précisément la forme ellipsoïdale aplatie supposée par M. Lorentz, avec cette différence que le diamètre équatorial augmente avec la vitesse au lieu de rester constant comme l'admet M. Lorentz, cette constance impliquant une diminution du volume de l'électron à mesure que la

2° *Electron variable :*

Diamètre équatorial constant $\frac{m}{m_0} = (1 - \beta^2)^{-\frac{1}{2}}$,

Volume constant $\frac{m}{m_0} = (1 - \beta^2)^{-\frac{1}{3}}$.

5. *Comparaison.* — Les expériences de M. Kaufmann ne sont pas encore suffisamment précises pour déterminer laquelle de ces formules représente le mieux la variation expérimentale du rapport $\frac{e}{m}$ avec la vitesse. Pour effectuer la comparaison, j'ai employé un procédé analogue à celui de M. Kaufmann, qui détermine les deux champs électrique et magnétique figurant dans les expressions de la vitesse et du rapport $\frac{e}{m}$ en fonction des données de l'expérience, en cherchant pour quelles valeurs de ces quantités on obtient la meilleure concordance entre la variation expérimentale et la variation théorique calculée en supposant que

toute l'inertie de l'électron est d'origine électromagnétique. Pour éliminer ces constantes, je construis les deux courbes expérimentale et théorique représentant $\frac{\rho}{m}$ en fonction de $\frac{v}{V} = \beta$ en coordonnées logarithmiques et je cherche pour quelle position de ces courbes on obtient par translation la meilleure concordance. Les résultats sont indiqués ici (fig. 1) pour les trois courbes théoriques et les mêmes séries de valeurs expérimentales. On voit que la concordance est à peu près la même dans les trois cas.

Les points expérimentaux correspondent à quatre séries de mesures faites par M. Kaufmann et sont marqués de signes différents qu'on peut distinguer en examinant attentivement les figures.

Les valeurs les plus importantes au point de vue du choix de la formule sont celles qui correspondent aux vitesses très voisines de celle de la lumière, et qui s'élèvent, dans les expériences de M. Kaufmann, aux quatre-vingt-quinze centièmes de celle-ci. Mais les rayons deviennent alors très peu déviables et les mesures précises extrêmement difficiles.

Il serait extrêmement important de pouvoir atteindre la masse longitudinale par l'emploi d'un champ électrique intense parallèle à la vitesse de l'électron, fournissant à celui-ci une énergie connue et produisant une variation de vitesse qui, mesurée, donnerait la masse longitudinale.

6. *Matière et électrons.* — Mais, si la précision des expériences ne paraît pas suffisante pour déterminer complètement la loi, la concordance est assez bonne avec des formules établies toutes en supposant que la masse est tout entière électromagnétique, pour qu'il soit raisonnable d'admettre qu'au moins les corpuscules cathodiques ne possèdent pas d'autre inertie que celle provenant de leur charge électrique, du sillage qu'ils entraînent pendant leur mouvement à travers l'éther.

Il est bien séduisant d'admettre le même résultat pour la matière tout entière en la concevant comme constituée par une agglomération d'électrons des deux signes; il répugne, en effet, de faire intervenir pour deux phénomènes aussi identiques que l'inertie de la matière et celle des corpuscules cathodiques deux explications complètement distinctes, dont l'une, l'explication électromagnétique, est précise et confirmée par l'expérience, tandis que l'autre resterait inconnue.

L'inertie d'une semblable agglomération d'électrons serait la somme des inerties partielles, à cause de l'énorme distance des centres électrisés par rapport à leur rayon, que l'on peut calculer en supposant toute l'inertie électromagnétique. Dans ces

conditions, les sillages des divers électrons n'interfèrent pas de manière appréciable et l'on retrouve ainsi la loi de conservation de l'inertie, conséquence de la conservation des électrons dans les modifications que subit la matière. Mais la théorie n'est pas incompatible, à cause de l'interférence des sillages, avec de petits écarts entre l'inertie d'ensemble et la somme des inerties partielles.

La complexité du système atomique auquel on est conduit, chaque atome ou molécule contenant probablement un très grand nombre d'électrons, paraît, d'ailleurs, être imposée par la complexité des spectres lumineux émis par les atomes, par les électrons qu'ils renferment, lorsqu'une perturbation extérieure vient déranger le système de son état de mouvement périodique stable, pour lequel les radiations émises par les divers électrons, en raison des accélérations qui les maintiennent sur leurs orbites intramoléculaires, se compensent à peu près complètement au point de vue de l'énergie rayonnée, de sorte qu'il n'y a, en général, pas de cause sensible d'amortissement pour le mouvement périodique intramoléculaire.

Cette conception, cette théorie électronique de la matière, où matière devient, au moins partiellement, synonyme d'électricité en mouvement, paraît rendre compte d'un nombre énorme de faits, qui s'accroissent constamment sous l'effort des physiciens impatients de contempler sous une forme moins primitive la synthèse qu'elle promet d'apporter.

7. *Stabilité de l'électron.* — La conception fondamentale, celle de l'électron, ne va pas sans soulever encore quelques difficultés; en dehors de l'impossibilité déjà signalée de nous représenter par des images matérielles son déplacement par rapport à l'éther, il semble nécessaire d'admettre dans sa structure autre chose que sa charge électrique; il faut une action qui maintienne l'unité de l'électron et empêche sa charge de se disperser sous la répulsion mutuelle des éléments qui la constituent.

La forme de l'électron est déterminée par quelque liaison qui en assure la stabilité: la condition d'incompressibilité du milieu étant insuffisante, puisque la forme sphérique ne correspondrait qu'à un équilibre instable pour un corps électrisé de volume donné dans lequel rien ne s'opposerait à la déformation.

Cette liaison, qui tient à quelque propriété fondamentale du milieu, déterminant la charge prise par les électrons tous identiques à ce point de vue, est peut-être en connexion étroite avec le troisième mode d'activité de l'éther, une troisième forme de l'énergie, la forme gravitation, dont notre principe d'intégrale stationnaire devrait tenir compte

par l'introduction de termes s'ajoutant à l'énergie électrostatique, mais infiniment moins grands qu'elle.

8. *La gravitation.* — La gravitation, en effet, s'obstine à rester en dehors de notre synthèse électromagnétique; non seulement les actions newtoniennes ne paraissent pas se propager avec la vitesse ordinaire des perturbations, celle de la lumière, mais encore il semble difficile de faire sortir de l'Électromagnétisme, sans en détruire les bases les plus fondamentales, telles que la notion de champ ou d'action de milieu, la possibilité d'attraction d'un ensemble d'électrons neutre pour un ensemble de même nature.

Il me paraît vraisemblable que la gravitation résulte d'un mode d'activité de l'éther et d'une propriété des électrons entièrement différents du mode électromagnétique, et que nous devons admettre, en dehors des énergies électrique et magnétique, une troisième forme distincte, celle de gravitation.

Reste à comprendre comment est possible et ce que signifie l'équivalence, le passage de cette troisième forme dans l'une des deux premières. Aussi bien ne sommes-nous pas plus capables de comprendre, en dehors des équations formelles qui la traduisent, la liaison entre les énergies électrique et magnétique elles-mêmes et leur transformation l'une dans l'autre par l'intermédiaire des électrons.

9. *Une expérience nécessaire.* — Il ne semble pas impossible de faire rentrer les forces de cohésion dans le domaine électromagnétique, aussi bien au point de vue des attractions mutuelles que des orientations efficaces dans les milieux cristallisés, grâce aux champs électriques et magnétiques complexes qui doivent environner un système d'électrons neutre dans son voisinage immédiat.

Les forces de gravitation seules resteraient distinctes, superposées aux forces électromagnétiques, et aucune difficulté n'en résulte au point de vue des expériences négatives tentées pour mettre en évidence le mouvement absolu de la Terre.

Les résultats négatifs s'interprètent bien, avons-nous vu, si toutes les forces intérieures à la matière sont d'origine électromagnétique; mais les forces de gravitation peuvent y être superposées sans introduire de modification sensible à ce résultat, car leur intensité est extraordinairement faible par rapport aux actions électromagnétiques lorsqu'il n'y a pas compensation mutuelle de celles-ci, et dans toutes les expériences en question, interférences lumineuses ou équilibre d'un système élastique, les forces de gravitation ne jouaient aucun rôle appréciable.

Il serait tout à fait intéressant de se placer dans un cas d'équilibre où les forces de pesanteur jouent un rôle important, et, si l'équilibre reste indépendant du mouvement d'ensemble au second ordre près, si l'on ne peut mettre en évidence le mouvement absolu, il en faudra conclure que les forces de gravitation, elles aussi, sont modifiées par le mouvement d'entraînement de la même manière que les forces électromagnétiques, puisque l'équilibre n'est pas troublé; cela serait une indication importante pour la nécessité d'une représentation électromagnétique de la gravitation. Tant que cette constatation n'aura pas été faite, tant que les expériences sur le mouvement absolu n'auront pas fait intervenir la pesanteur, il sera plus raisonnable de considérer la gravitation comme une action distincte, qui peut intervenir dans la liaison nécessaire à l'intérieur des électrons pour leur stabilité, sans qu'il soit possible aujourd'hui d'imaginer dans quel sens peut être cherchée une compréhension plus profonde des propriétés de l'éther et des électrons qu'il renferme.

Il ne semble pas, de toute manière, et pour bien des raisons, que ce soit dans le sens d'une représentation matérielle et mécanique de l'éther.

VI. — RAYONS CATHODIQUES.

1. *Le rapport $\frac{e}{m}$.* — Avant d'examiner les conséquences que comporte la conception électronique de la matière, je voudrais examiner quelques points relatifs aux électrons des deux signes.

Ceux que nous connaissons le mieux, à beaucoup près, sont les négatifs, qui se montrent toujours identiques à eux-mêmes par toutes leurs propriétés, quelle que soit la matière qui les ait fournis.

Nous avons déjà vu comment la mesure directe des charges conduit toujours aux mêmes résultats. La masse, limite commune, pour les faibles vitesses, des masses longitudinale et transversale, peut être atteinte par la mesure du rapport de la charge à la masse.

Les résultats obtenus dans le cas des rayons cathodiques présentent des divergences assez notables quand différentes méthodes de mesure sont employées. Les premières valeurs furent obtenues par J. J. Thomson en combinant la déviation magnétique de ces rayons soit avec une mesure de l'énergie qu'ils transportent (par la chaleur dégagée sur une soudure thermoélectrique), soit avec la déviation dans un champ électrostatique. Le rapport $\frac{e}{m}$ obtenu par ces deux méthodes est voisin de 10^7 unités électromagnétiques C.G.S.

Une autre méthode, indiquée par M. Schuster,

fut employée successivement par MM. Kaufmann et Simon. Elle consiste à combiner la déviation magnétique avec la mesure de la différence de potentiel sous laquelle les rayons sont produits. Cette méthode paraît susceptible d'une précision plus grande que les précédentes, et les résultats qu'elle fournit concordent avec la valeur limite des masses transversales des rayons β pour les faibles vitesses, bien que la méthode employée dans ce dernier cas soit différente de celle de Schuster. Le nombre obtenu est $1,86 \times 10^7$, presque double de celui de J. J. Thomson. L'explication proposée par ce dernier, d'après laquelle les rayons cathodiques observés dans un tube de Crookes ne seraient pas produits sous la différence de potentiel totale entre la cathode et le cylindre métallique qui les reçoit, mais proviendraient d'un point situé en avant de la cathode, de potentiel différent, ne paraît pas entièrement satisfaisante, car on comprendrait difficilement la constance des résultats de MM. Kaufmann et Simon quand les conditions expérimentales, la chute de potentiel en particulier, varient dans de larges limites. Un moyen de trancher la question consiste, après leur production, à faire subir aux rayons cathodiques une chute de potentiel supplémentaire et connue, et à mesurer, par la modification qui en résulte dans leur déviation magnétique, la chute de potentiel initiale sous laquelle ils ont été produits.

2. *Le corpuscule cathodique.* — Quoi qu'il en soit, on peut, grâce aux résultats de M. Kaufmann, affirmer l'identité des rayons cathodiques, déjà indépendants du gaz et de l'électrode contenus dans le tube de Crookes, et des rayons β du radium. Les mesures de J. J. Thomson et de Lenard sur les rayons cathodiques émis par une surface métallique chargée négativement sous l'action de la lumière et sur les rayons cathodiques émis spontanément par les corps incandescents conduisent à la même identité. M. Wehnelt a montré récemment que les oxydes alcalino-terreux possèdent, avec une extraordinaire intensité, cette propriété d'émettre spontanément des rayons cathodiques à température élevée et peuvent fournir un moyen d'effectuer, sur cette espèce particulière de rayons, des mesures simples et précises.

Enfin, on sait que la grandeur du phénomène de Zeeman, dans le cas où la raie spectrale considérée présente l'aspect du triplet normal, conduit à cette conclusion, que tout au moins la lumière correspondant à ces raies provient de centres électrisés négativement, présents dans la matière et ayant même rapport $\frac{e}{m}$ que les particules cathodiques.

De plus, la grandeur de ce rapport, mille à deux

mille fois plus grand que pour l'atome d'hydrogène dans l'électrolyse, conduit, par suite de l'identité des charges électriques démontrée par M. Townsend, à considérer le corpuscule cathodique comme de masse au moins mille fois plus petite que celle de l'atome d'hydrogène, résultat en parfait accord avec la conception des atomes matériels comme formés d'un grand nombre d'électrons des deux signes. Dans l'hypothèse où la masse serait tout entière d'origine électromagnétique, la connaissance du rapport $\frac{e}{m}$ donne pour l'électron un rayon assez petit pour être, conformément aussi à notre conception, négligeable par rapport aux dimensions atomiques.

3. *Les flammes.* — La faible masse du corpuscule cathodique et la possibilité de séparer de la matière des centres électrisés mille fois plus petits que les plus petits atomes sont confirmées par les mesures de mobilité des ions négatifs dans les flammes. On trouve des mobilités énormes par rapport à celles qu'on observe dans les gaz aux températures ordinaires, et les méthodes de la théorie cinétique des gaz permettent de calculer à partir de cette mobilité expérimentale que les centres négatifs mobiles dans les flammes ont une masse environ mille fois inférieure à celle de l'atome d'hydrogène et doivent, par conséquent, être identifiés avec les corpuscules cathodiques. A la température ordinaire, les ions sont moins mobiles, parce que le corpuscule cathodique qui constitue le noyau de l'ion négatif s'entoure de molécules neutres du gaz par simple attraction électrostatique.

VII. — ÉLECTRONS POSITIFS. RAYONS α .

1. *Rayons de Goldstein, rayons α .* — Notre connaissance de la structure des charges positives est beaucoup moins avancée que pour les négatives. Deux cas importants nous mettent en présence de particules chargées positivement, en dehors des ions positifs dans les gaz conducteurs, constitués aussi par des agglomérations de molécules neutres autour d'un centre électrisé; ce sont les kanalstrahlen de Goldstein, afflux de charges positives vers la cathode, et dont la déviation électrique et magnétique conduit pour le rapport $\frac{e}{m}$ à des valeurs variables d'abord dans de larges limites et plusieurs milliers de fois plus petites, en général, que pour les rayons cathodiques. La masse de ces centres positifs est donc de l'ordre de celle des atomes matériels.

Les rayons α des corps radio-actifs, très absor-

bles et particulièrement faciles à observer dans le cas du polonium, qui n'en émet pas d'autres, se présentent comme tout à fait analogues aux kanalstrahlen. La masse des particules chargées positivement qui les constituent est de même ordre que celle des atomes d'hydrogène et leur vitesse ne dépasse pas 20 à 25.000 kilomètres par seconde, de sorte qu'il est impossible de vérifier si leur masse est d'origine entièrement électromagnétique. D'autre part, doit-on les envisager comme des électrons aussi simples que l'électron négatif, ou sont-ils de structure beaucoup plus complexe; sont-ils, par exemple, des atomes matériels ayant perdu un corpuscule cathodique?

2. *Électrons ou atomes.* — Dans la première hypothèse, celle de l'électron, la grande masse des centres positifs conduirait à leur attribuer une dimension beaucoup plus petite qu'aux corpuscules cathodiques eux-mêmes, la masse électromagnétique d'une sphère électrisée étant inversement proportionnelle à son rayon. On est ainsi conduit à ce résultat paradoxal qu'un électron est d'autant plus inerte, je ne dirai pas plus lourd, qu'il est plus petit. M. H. A. Wilson croit trouver un argument en faveur de cette conception d'un électron positif très petit et, par conséquent, très inerte dans cette remarque que les rayons α sont beaucoup moins absorbables que des rayons β de même vitesse.

Beaucoup de raisons, d'ailleurs, tendent à faire adopter l'hypothèse contraire d'une particule α très complexe et peu différente d'un atome. M. Rutherford a donné des raisons sérieuses pour identifier les particules α avec les atomes d'hélium privés d'un corpuscule cathodique; d'autre part, M. Stark donne des raisons expérimentales de rapporter aux centres positifs dans les tubes à vide l'émission des spectres de raies, ce qui implique la complexité de structure. Enfin, la théorie de la décharge disruptive attribue la production de rayons cathodiques au choc contre la cathode des particules qui constituent les rayons de Goldstein; un électron plus petit que la particule cathodique elle-même semble difficilement pouvoir provoquer une perturbation superficielle assez intense, tandis qu'un atome incapable de traverser un autre édifice atomique, et lancé avec une grande vitesse, produirait une perturbation locale importante.

3. *La charge positive des rayons α .* — C'est peut-être aussi à la perturbation considérable produite par les rayons α ou canal dans la matière qu'ils rencontrent et dans l'émission consécutive de rayons cathodiques qu'on doit rapporter ce fait intéressant que la charge des rayons α n'a pu, jusqu'ici, être

mise en évidence de manière directe par la charge négative que doit prendre spontanément un fragment de sel de polonium qui paraît émettre uniquement des rayons α très absorbables. Quelque élevé que soit le vide fait autour d'un fragment de bismuth actif, analogue au polonium, il ne prend spontanément aucune charge et perd rapidement, au contraire, sa charge positive ou négative sans qu'on puisse expliquer cette déperdition par l'action ionisante des rayons α sur le gaz environnant, beaucoup trop rare. Le passage des rayons α , projectiles de grosse dimension, à travers la surface du corps radio-actif dont ils sortent peut jouer le même rôle que l'arrivée des kanalstrahlen sur la surface d'une cathode et provoquer l'émission de rayons β , très peu pénétrants d'ailleurs, dont la présence suffirait, jointe à celle des rayons α , pour empêcher toute charge permanente du corps radio-actif, de quelque signe qu'elle soit.

4. *Les électrons positifs.* — Si les centres positifs que nous connaissons ne doivent pas être envisagés comme des électrons libres, il semble, cependant, nécessaire d'admettre la présence de semblables électrons qui permettraient la neutralisation des charges négatives dans l'édifice atomique, mais qui, pour quelque raison, ne sortiraient de cet édifice qu'avec une extrême difficulté, contrairement à ce qui se passe pour les électrons négatifs.

De plus, il paraît nécessaire, pour que la théorie des métaux, qui rapporte leur conductibilité à la présence de centres électrisés libres de se mouvoir sous l'action d'un champ, puisse rendre compte de tous les faits, du phénomène de Hall en particulier, de sens variable dans les différents métaux, que des centres des deux signes coexistent dans le métal, libres de se déplacer dans toute son étendue, sans que les centres positifs puissent être les atomes métalliques eux-mêmes, nécessairement immobiles pour constituer la charpente solide du métal. Il est possible que les électrons positifs, qu'aucune action connue ne peut dans les gaz maintenir séparés des atomes matériels, soient libres en grand nombre dans le milieu tout différent constitué par le métal. Beaucoup de problèmes se posent ici au sujet des centres positifs.

VIII. — THÉORIE DE LA MATIÈRE. RADIOACTIVITÉ.

1. *L'instabilité atomique.* — Examinons maintenant d'un peu plus près les conséquences auxquelles conduit la conception d'une matière constituée par des électrons des deux signes, d'atomes formés de centres électrisés en mouvement sous leurs actions mutuelles. Tout d'abord, en dehors de la gravitation, d'intensité infiniment petite

comparée aux actions électriques intérieures à l'atome et qui provoquent tous leurs changements d'état physique ou chimique, les lois élémentaires d'action se réduisent aux forces de Lorentz qui déterminent, comme nous l'avons vu, l'accélération d'un électron en fonction du champ électrique et du champ magnétique produits par les autres électrons au point où il est placé. Dans le cas où l'accélération est suffisante pour qu'il y ait rayonnement appréciable d'énergie à distance, par l'intermédiaire de l'onde d'accélération, il est probablement nécessaire de faire intervenir d'autres termes dans les équations du mouvement de l'électron, des forces par l'intermédiaire desquelles il puisse emprunter l'énergie qu'il rayonne et qui disparaissent dans le cas du mouvement quasi-stationnaire. Il ne semble cependant pas que, dans aucun cas expérimental, ces termes correctifs puissent devenir appréciables.

Au même point de vue, les électrons en mouvement périodique dans l'atome matériel sont nécessairement soumis, le long de leurs orbites fermées, à des accélérations qui s'accompagnent d'énergie rayonnée, empruntée aux énergies électrique et magnétique intérieures à l'atome. Ce rayonnement peut, d'ailleurs, être extrêmement faible, comme dans les cas simples de plusieurs corpuscules cathodiques circulant à distances égales sur une même orbite (autour d'un centre positif).

Mais ce rayonnement continu, beaucoup plus important naturellement quand l'atome, par un choc extérieur, est dérangé de sa configuration la plus stable, ce rayonnement est pour l'édifice atomique une cause de décrépitude, et, au bout d'un temps plus ou moins long suivant la structure, un réarrangement profond devient nécessaire, comme une toupie tombe quand sa rotation a suffisamment diminué de vitesse. Une région d'instabilité est atteinte, le réarrangement consécutif pouvant s'accompagner de projection violente de certains centres électrisés intérieurs à l'atome. Cette conception fournit au moins une image des phénomènes de radioactivité et des transformations successives dans la vie des atomes dont M. Rutherford a émis l'hypothèse.

2. *Energie interne et chaleur dégagée.* — Un calcul très simple montre, d'ailleurs, que le stock d'énergie représenté par les champs électrique et magnétique séparant les électrons contenus dans un atome est suffisamment grand pour alimenter pendant plus de dix millions d'années le dégagement de chaleur que M. Curie a découvert dans les sels de radium. Comme il paraît bien établi maintenant que la vie d'un atome de radium est seulement de l'ordre d'un millier d'années, il

en résulte que la dix-millième partie seulement de ce stock est utilisée pendant cette période spécialement active de la vie des atomes. Il n'y a donc aucune difficulté à concevoir comment l'énorme dégagement de chaleur du radium peut être emprunté à l'énergie interne.

Aucun atome n'étant à l'abri de cette déperdition d'énergie due au rayonnement lié à l'accélération des électrons, on doit s'attendre à la généralité des phénomènes radio-actifs, les atomes que nous considérons actuellement comme stables ayant seulement une déperdition extraordinairement lente.

IX. — PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES.

1. *Polarisation.* — Je voudrais maintenant montrer en quelques mots comment la conception précédente s'adapte aisément à la représentation des principales propriétés électriques et magnétiques de la matière et a rendu possible, pour la première fois, un essai de théorie de la décharge disruptive et de la conductibilité métallique.

Une propriété commune à toutes les formes de la matière est la possibilité d'une polarisation électrique, cause des variations dans le pouvoir inducteur spécifique avec la nature de la matière. Cette polarisation résulte, de façon toute naturelle, de la modification qu'apporte un champ électrique extérieur dans le mouvement des électrons intérieurs à l'atome. Cette modification se traduit par un excès moyen des centres positifs du côté où le champ tend à les déplacer, et un excès moyen dans le temps des charges négatives de l'autre côté. Le système prend donc en moyenne dans le temps une polarité électro-statique.

2. *Dissociation corpusculaire.* — Si le champ électrique devient suffisamment intense, comme il peut l'être, par exemple, pendant le passage d'une de ces pulsations très brèves qui constituent les rayons de Röntgen, ou pendant le passage à travers l'atome d'une particule électrisée α ou β lancée avec une très grande vitesse, la modification produite sur l'atome ou la molécule peut être plus profonde : un corpuscule cathodique peut se trouver arraché de l'édifice qui reste chargé positivement ; il se produit ainsi une *dissociation corpusculaire*, qui permet d'expliquer la conductibilité acquise par les milieux isolants, sous l'action des rayons de Röntgen ou de Becquerel, et qui se manifeste surtout dans les gaz où les centres électrisés ainsi libérés peuvent se mouvoir le plus facilement, bien que, par attraction électrostatique sur les molécules neutres, ils s'entourent d'un cortège qui les accompagne pendant leur déplacement.

Il semble bien établi que les ions négatifs ainsi

produits dans les gaz ont pour centre un corpuscule cathodique, puisque l'arrivée des rayons cathodiques dans le gaz y produit des ions négatifs identiques aux précédents au point de vue de leur mobilité ou de leur puissance de condensation pour la vapeur d'eau sursaturante. Il semble, néanmoins, extrêmement important de reprendre, en particulier, ces mesures de mobilité des ions produits par différentes causes à l'intérieur des gaz pour s'assurer si les différences de mobilités qui paraissent exister ont pour cause une différence dans les molécules qui constituent le cortège ou dans les centres électrisés qui lui servent de noyau.

3. *Mobilités et recombinaison.* — De la même manière, il importe beaucoup de pouvoir, par l'intermédiaire des mesures de mobilités, suivre avec la température la modification qui se produit dans la grosseur de l'agglomération, et de raccorder les ions observés à la température ordinaire avec les ions incomparablement plus mobiles qu'on observe dans les flammes et qui paraissent bien constitués par le centre électrisé seul, corpuscule cathodique et peut-être particule α .

La vitesse de recombinaison des ions est encore très mal connue dans ses rapports avec les variations de pression et de température, bien qu'elle joue certainement un rôle essentiel dans les phénomènes de décharge disruptive dans les gaz à basse pression; il serait important d'être fixé un peu mieux sur ce point.

4. *L'ionisation par les chocs.* — Toute la théorie actuelle de la décharge disruptive repose sur cette conception que le choc d'une particule électrisée en mouvement suffisamment rapide contre une molécule en peut provoquer la dissociation corpusculaire.

Cette idée était une conséquence naturelle du fait connu que les rayons cathodiques ou les rayons de Becquerel, constitués par de semblables particules, rendent conducteurs les gaz qu'ils traversent. Si la dissociation corpusculaire produite libre à partir de la molécule un corpuscule cathodique, celui-ci peut, si le champ électrique présent dans le gaz est suffisamment intense, acquérir une vitesse assez grande pour se comporter à son tour comme un rayon cathodique et provoquer ainsi, de proche en proche, un accroissement rapide de la conductibilité.

M. Townsend a montré comment cette conséquence est susceptible d'une vérification expérimentale très précise, et il trouve que, dans certaines limites de vitesse, chaque choc entre le corpuscule cathodique et une molécule est suivi d'une dissociation corpusculaire.

La vitesse ne doit, cependant, pas dépasser une certaine limite, au delà de laquelle le corpuscule ou particule β passe à travers l'édifice atomique sans y produire de perturbation sensible.

Pour qu'une décharge disruptive puisse durer sans qu'une cause extérieure vienne maintenir la production des premiers centres électrisés capables de produire la dissociation, il est nécessaire que les centres positifs, vraisemblablement atomes ou molécules privés d'un corpuscule, puissent eux aussi produire la même dissociation corpusculaire au moment de leurs chocs contre les molécules, comme cela résulte, d'ailleurs, de la conductibilité produite dans les gaz par les rayons α .

Au delà de cette conception fondamentale de l'ionisation par les chocs, la théorie de la décharge disruptive a beaucoup de progrès encore à réaliser. Les aspects extrêmement variés que prend cette décharge, la production des strates, dont une première explication a été donnée par J. J. Thomson, l'influence du champ magnétique sur les conditions de la décharge, les phénomènes qui se produisent aux distances très faibles, de l'ordre du micron, entre les électrodes, où les molécules gazeuses ne paraissent plus jouer aucun rôle dans la production d'une étincelle entre des électrodes, sont autant de points essentiels qui attirent aujourd'hui l'attention des physiciens.

5. *L'arc électrique.* — A côté de la décharge disruptive ordinaire par aigrette ou étincelle, l'arc électrique, de caractère entièrement différent, fait intervenir le phénomène nouveau de l'émission de corpuscules cathodiques par la surface des corps incandescents. La cathode dans l'arc est portée à une température suffisamment élevée, par le choc des ions positifs qui affluent vers elle, pour que les corpuscules présents dans l'électrode subissent une véritable évaporation et transportent la plus grosse partie du courant. En effet, un filament de charbon incandescent peut déjà, à température beaucoup moins élevée que celle de l'arc voltaïque, émettre des particules cathodiques représentant une densité de courant de deux ampères par centimètre carré.

6. *L'évaporation cathodique.* — Ce phénomène, connu sous le nom d'effet Edison, est très général et a été relié de manière quantitative, par M. Richardson, à l'hypothèse fondamentale de la théorie cinétique des métaux, de la présence de particules cathodiques se mouvant librement à l'intérieur des conducteurs.

A la température ordinaire, cette émission de particules se ralentit avec une rapidité telle que l'électrostatique est possible et qu'un métal peut

conserver une charge permanente. Chaque corpuscule présent dans le métal se trouve, en effet, dans un milieu de pouvoir inducteur spécifique très élevé, et un travail fini est nécessaire pour le faire passer de ce milieu dans le vide, de pouvoir inducteur égal à l'unité. Seuls les corpuscules pourvus d'une vitesse suffisante pourront fournir ce travail en sortant du métal, et le nombre de ceux-là, absolument négligeable à la température ordinaire, augmente de manière extraordinairement rapide avec la température. M. Richardson a montré que la variation fournie par l'expérience concorde exactement avec celle que prévoit la théorie cinétique des métaux, qui attribue à chaque particule électrisée libre la même énergie cinétique moyenne qu'aux molécules des gaz à la même température.

7. *Les métaux.* — La dissociation spontanée des atomes qu'admet la théorie cinétique des métaux, la séparation de centres électrisés libres de se mouvoir à l'intérieur du métal, est la conséquence du pouvoir inducteur spécifique élevé du milieu que constitue le métal, conformément aux lois de répartition prévues par la théorie cinétique. La présence d'une particule électrisée libre dans une région de l'espace est d'autant plus probable que l'énergie potentielle y est plus faible, comme c'est le cas pour un milieu de grand pouvoir inducteur spécifique.

8. *Les phénomènes chimiques.* — C'est par une action du même genre que l'eau, de grand pouvoir inducteur spécifique, provoque la dissociation électrolytique des sels qu'on y dissout; il y aurait intérêt à préciser les rapports entre cette dissociation électrolytique, spéciale aux liquides conducteurs, et la dissociation corpusculaire, commune vraisemblablement aux gaz et aux métaux. Dans la dissociation électrolytique, le ou les corpuscules perdus par l'atome métallique, au lieu de rester libres comme dans la dissociation corpusculaire, restent unis à un atome ou radical pour constituer l'ion électro-négatif dans les électrolytes. Cette question touche à celle des rapports entre les idées actuelles et la Chimie, rapports bien obscurs encore, et qu'il serait important d'éclaircir. La dissociation corpusculaire produite dans les gaz par les rayons de Röntgen ne paraît liée à aucune modification chimique, et cependant, dans l'air, toute ionisation intense est accompagnée de production d'ozone. Il y a là un domaine entièrement inexploré.

X. — PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES.

1. *Ampère et Weber.* — Cependant, les phénomènes complexes du magnétisme et du diamagné-

tisme ont semblé jusqu'ici se laisser atteindre plus difficilement, bien que les électrons gravitant dans l'atome sur des orbites fermées fournissent à première vue une représentation simple des courants particuliers d'Ampère, susceptibles de s'orienter sous l'action d'un champ extérieur pour donner lieu au magnétisme induit, ou de réagir par induction, selon l'idée de Weber, contre ce champ extérieur comme le font les substances diamagnétiques.

Ceux qui ont essayé de poursuivre cette idée l'ont trouvée jusqu'ici stérile; indépendamment, différents physiciens sont arrivés à cette conclusion que l'hypothèse d'électrons en mouvement *non amorti* ne pouvait fournir aucune représentation des phénomènes *permanents* de magnétisme ou de diamagnétisme.

Je suis parvenu à montrer, contrairement à l'opinion précédente, qu'il est possible de donner, grâce à l'hypothèse des électrons, une signification précise aux idées d'Ampère et de Weber, de trouver pour le para et le diamagnétisme les interprétations complètement distinctes qu'ils exigent, conformément aux lois établies expérimentalement par M. P. Curie; le magnétisme faible, forme atténuée du ferro-magnétisme, varie en raison inverse de la température absolue, tandis que le diamagnétisme s'est montré, dans les cas observés, à l'exception du bismuth solide, rigoureusement indépendant de la température. La théorie que je propose permet de rendre compte entièrement de ces deux faits. Je crois possible, enfin, d'éclairer de ce point de vue la question complexe de l'énergie magnétique.

Je donnerai ici seulement les résultats principaux de ce travail, qui sera publié complètement ailleurs.

2. *Les courants particuliers.* — Une particule électrisée de charge e se déplaçant avec la vitesse v est équivalente à un élément de courant de moment ev . On déduit facilement de là qu'un courant particulier, constitué par un électron qui décrit dans le temps périodique τ une orbite fermée de surface S , est équivalent, au point de vue du champ magnétique à grande distance, à un aimant de moment magnétique $M = \frac{eS}{\tau}$, normal au plan de l'orbite.

Un semblable courant particulier correspondra à chacun des électrons présents dans la molécule, et le moment magnétique résultant de celle-ci pourra être nul ou différent de zéro suivant le degré de symétrie de l'édifice moléculaire.

3. *Le diamagnétisme.* — Si à un ensemble de telles molécules on superpose un champ magnétique extérieur, tous les courants particuliers subissent une modification indépendante de la manière dont

cette superposition est obtenue, soit par établissement du champ, soit par déplacement des molécules dans un champ magnétique préexistant. Le sens de cette modification, due à l'induction subie par le courant particulière, correspond toujours au diamagnétisme, l'accroissement du moment magnétique M étant :

$$\Delta M = - \frac{He^2}{4\pi m} S$$

dans le cas d'un courant circulaire, H étant la composante du champ magnétique normale au plan de l'orbite et m la masse de l'électron.

4. *L'énergie magnétique.* — Quand la molécule est supposée immobile, le travail nécessaire à la modification des courants particuliers est fourni par le champ électrique créé conformément aux équations de Hertz pendant l'établissement du champ magnétique.

Dans le cas opposé, où la modification est due au déplacement des molécules, le travail est fourni aux courants particuliers par l'énergie cinétique de la molécule ou par les actions des molécules environnantes. La propriété diamagnétique acquise au moment de l'établissement du champ subsiste donc, en dépit de l'agitation moléculaire.

Cette modification se manifeste de trois manières distinctes :

1° Si le moment résultant des molécules est nul, la substance est diamagnétique au sens ordinaire du mot, et l'ordre de grandeur des constantes diamagnétiques observées est tout à fait d'accord avec l'hypothèse de courants circulant suivant des orbites intra-moléculaires.

Cette conception conduit à retrouver la loi d'indépendance établie par M. Curie entre les constantes diamagnétiques et la température ou l'état physique ;

2° Si le moment résultant n'est pas nul, la substance possède un paramagnétisme qui masque toujours le diamagnétisme général sous-jacent, le nouveau phénomène, dû à l'orientation des molécules, étant considérable par rapport au premier, quand la symétrie moléculaire lui permet d'apparaître.

Les échanges d'énergie entre les aimants moléculaires et le champ magnétique extérieur, ou le mouvement d'ensemble des molécules, se font par l'intermédiaire de la modification diamagnétique.

Il est possible d'en déduire la loi de variation du magnétisme faible en raison inverse de la température absolue ;

3° Enfin, le changement de période de révolution sur les orbites correspond au phénomène de Zeeman, général comme le diamagnétisme lui-même, le fer lui-même étant diamagnétique avant que l'orientation des aimants moléculaires sous

l'action du champ extérieur y fasse apparaître le paramagnétisme.

Les orbites considérées, qui représentent les courants particuliers d'Ampère, sont aussi les circuits de résistance nulle, du diamagnétisme de Weber, avec cette particularité remarquable que le flux qui les traverse ne reste constant, comme le supposait Weber, que si l'inertie des électrons est tout entière d'origine électromagnétique.

J'ai démontré, d'autre part, que les orbites des électrons, supposées circulaires et décrites sous l'action de forces centrales quelconques, ne subissent aucune déformation sous l'action d'un champ magnétique extérieur, la vitesse des électrons étant seule modifiée, et l'on peut, dans l'hypothèse où l'inertie est de nature électromagnétique, se former une conception exacte et simple de tous les faits du magnétisme et du diamagnétisme en considérant les courants particuliers comme des circuits indéformables, mais mobiles, de résistance nulle et d'énorme self-induction auxquels toutes les lois ordinaires de l'induction sont applicables.

XI. — CONCLUSION.

La perspective rapide que je viens d'esquisser est pleine de promesses, et je crois que rarement, dans l'histoire de la Physique, on eut occasion de pouvoir regarder si loin derrière soi et si loin devant soi. L'importance relative des diverses portions de ce domaine immense et à peine exploré apparaît différente aujourd'hui de ce qu'elle était au siècle précédent ; du point de vue nouveau, les divers plans s'agencent dans un ordre nouveau. Les notions électriques, aperçues les dernières, paraissent aujourd'hui dominer tout l'ensemble, comme la place de choix où l'explorateur sent qu'il doit fonder la ville pour s'avancer ensuite vers des pays nouveaux.

Les phénomènes mécaniques, les plus évidents de tous ceux dont la matière est le siège, ont tout d'abord sollicité l'attention de nos ancêtres et les ont amenés à concevoir les notions de masse et de force, qui ont paru longtemps les plus fondamentales, celles à quoi toutes les autres devaient se ramener. A mesure qu'augmentaient les moyens d'investigation, que des faits plus cachés se laissaient découvrir, on a cru longtemps pouvoir les réduire aux anciens, pouvoir trouver partout une explication d'origine mécanique.

La tendance actuelle de faire occuper la place prépondérante aux notions électromagnétiques se justifie, ainsi que j'ai cherché à le montrer, par la solidité de la double base sur laquelle repose la notion d'électron : d'une part, la connaissance précise de l'éther électromagnétique, que nous devons

à Faraday, à Maxwell et à Hertz, et, d'autre part, l'évidence expérimentale apportée par les travaux récents sur la structure granulaire de l'électricité.

De plus, cette confiance que nous éprouvons en regardant le passé s'accroît, s'il est possible, quand nous regardons l'avenir. Déjà toute l'Optique, non seulement de l'éther, mais aussi de la matière, source et récepteur des ondes lumineuses, reçoit une interprétation immédiate que la Mécanique s'était montrée impuissante à lui donner, et cette Mécanique elle-même apparaît aujourd'hui comme une première approximation, largement suffisante dans tous les cas de mouvement de la matière prise en masse, mais dont une expression plus complète doit être cherchée dans la dynamique des électrons.

Bien que toutes récentes, les conceptions dont j'ai cherché à donner une idée d'ensemble paraissent

ainsi se placer d'emblée au cœur de la Physique entière et agir comme un germe fécond pour en cristalliser autour d'elles, dans un ordre nouveau, les faits les plus éloignés jusqu'ici.

Tombant dans un terrain admirablement préparé pour la recevoir, dans l'éther de Faraday, de Maxwell et de Hertz, la notion d'électron, de centre électrisé mobile, que l'expérience nous permet aujourd'hui de saisir individuellement, qui constitue le lien entre l'éther et la matière formée d'un groupement d'électrons, cette notion a pris en peu d'années un développement immense, qui lui fait briser les cadres de l'ancienne Physique et renverser l'ordre établi des notions et des lois pour aboutir à une organisation qu'on prévoit simple, harmonieuse et féconde.

P. Langevin,

Professeur suppléant au Collège de France.

L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES NATURELLES COMME INSTRUMENT D'ÉDUCATION PHILOSOPHIQUE¹

Mesdames, Messieurs,

L'année dernière, des hommes éminents vous ont signalé, dans cette enceinte, les perfectionnements qu'il convient d'apporter à l'enseignement des Sciences mathématiques et des Sciences physiques.

Là, il pouvait être question de pédagogie proprement dite, de méthodes d'enseignement, car, au moins pour les Mathématiques, ce qui doit être appris aux élèves des lycées et des collèges est définitivement arrêté; il n'y a de variation possible que dans les manières de l'apprendre; il existe véritablement un *enseignement secondaire des Mathématiques*, parce que les Mathématiques sont une science faite.

Pour les Sciences physiques, c'est déjà tout autre chose. Depuis un quart de siècle, tout se renouvelle, presque toutes les questions sont à l'étude. « De mon temps, nous disait naguère en riant un de nos maîtres, on croyait que la Physique était finie! » C'est là une illusion que l'on ne pourrait plus avoir; on ne l'a jamais eue pour les *Sciences naturelles*; et je dois même vous avouer tout de suite, que, de nos jours, l'expression: « Sciences naturelles » me paraît très prétentieuse. « Histoire naturelle » était plus modeste et plus convenable.

Si l'on admet, avec Auguste Comte, que « savoir c'est prévoir », la science de la vie est bien limitée; il y a fort peu de cas où l'on connaisse suffisamment les éléments d'un fait biologique pour pouvoir le reproduire *identique* à lui-même; avant Pasteur, il n'y en avait pas un seul. Si j'inocule à un mouton les deux vaccins charbonneux, je prévois *avec certitude* que le mouton, guéri de la seconde inoculation, sera réfractaire au charbon; et précisément les faits d'immunité, qui sont à peu près les seuls dans lesquels on puisse, chez un être *qui reste vivant*, prévoir une partie de l'avenir, ne sont pas enseignés dans les lycées. Je reviendrai tout à l'heure sur cette question de l'opportunité de l'enseignement précoce de certains faits de Pathologie; je voulais seulement faire remarquer, pour l'instant, que, les Sciences naturelles n'étant pas des sciences faites, *il n'y a pas, du moins au point de vue philosophique, d'enseignement secondaire des Sciences naturelles*.

S'il se trouve ici de nos collègues des lycées, je suis certain qu'aucun d'eux ne me contredira; chacun d'eux fait de l'enseignement supérieur, de l'enseignement *personnel*; chacun d'eux a tiré, tant de l'observation directe de la Nature que des leçons souvent contradictoires de maîtres différents, certaines conclusions qu'il juge bonnes et qui sont différentes de celles auxquelles s'est arrêté son voisin. Il n'y a pas d'enseignement officiel des choses de la vie.

¹ Conférence faite au Musée pédagogique, le 26 janvier 1905.

Avant donc de se livrer, au sujet des Sciences naturelles, à des discussions d'ordre pédagogique, il convient de se demander s'il n'est pas possible de tirer, de l'ensemble des faits les mieux connus à notre époque, une orientation philosophique définitive, qui constituerait réellement un noyau d'enseignement secondaire. Avant de faire de la *méthode pédagogique*, il faut faire de la *méthode scientifique*, et je transformerais volontiers le titre de cette conférence : « *l'Enseignement des Sciences naturelles comme instrument de culture philosophique* » en celui-ci, qui me paraît équivalent : « *la méthode scientifique en Sciences naturelles* ». Étudier scientifiquement la vie, c'est faire de la philosophie ; c'est faire la seule philosophie qui mérite ce nom ; et si l'on commence par apprendre une philosophie toute faite¹, pour s'occuper ensuite de Sciences naturelles, si l'on commence par définir, sur la foi d'auteurs préférés, tout ce qui est relatif à la vie, pour étudier ensuite la vie, on met la charrue avant les bœufs, pratique condamnée par la sagesse des nations.

D'autre part, si l'on renonce à toute idée préconçue, il faut se résigner à enseigner des faits d'observation ou d'expérience, faits entre lesquels le lien n'est pas toujours apparent et dont l'étude fatigue vite la mémoire la mieux organisée. Je crois cependant que, déjà aujourd'hui, sans faire aucune hypothèse, on peut coordonner les matières de l'enseignement par des formules générales très commodes et ayant une haute portée philosophique. Le *Transformisme*, en particulier, ne me semble pas avoir pris, dans l'enseignement des Sciences naturelles, la place qu'il mérite. Il a renouvelé l'esprit humain, il a modifié du tout au tout la forme même des questions que l'on se posait autrefois au sujet des manifestations de la vie ; il doit se trouver partout, à chaque pas.

Je vais essayer de montrer ici quelles sont, à mon avis, les grandes lignes de ce qu'on peut appeler actuellement le noyau scientifique de l'histoire naturelle.

I

Tout d'abord, je crois qu'il est nécessaire de mettre les jeunes gens en garde contre les raisonnements *statiques* ; il n'y a pas de statique en Biologie ; seulement, les êtres évoluent tous avec une rapidité du même ordre, et, par conséquent, quand l'un d'eux en observe un autre, il le voit immobile, *inerte*. Si je considère un plant de seigle en fleurs, je sais très bien qu'il provient d'une graine, qu'il donnera des graines et qu'il mourra, qu'il change

perpétuellement, mais cela n'empêche pas que je l'observe comme quelque chose de mort. Il se courbe au gré du vent, puis se redresse comme un ressort d'acier flexible, et ce qui me frappe pendant que je l'observe, ce sont ces mouvements qui mettent en jeu la propriété *non vitale* de l'élasticité. C'est dans cette lenteur des phénomènes vitaux que réside la plus grande difficulté d'enseignement. On pourrait peut-être y remédier par le procédé du *cinématographe*.

Je suppose que l'on ait cinématographié d'heure en heure, depuis sa germination jusqu'à sa mort, un plant de froment, par exemple ; il sera facile, ensuite, de faire dérouler sous les yeux des élèves, en une minute, toute l'évolution individuelle de ce plant de froment ; et je crois que, si on réalisait cette opération dans les établissements secondaires, l'esprit des élèves serait frappé une fois pour toutes ; ils n'oublieraient plus jamais que le repos d'une plante n'est qu'apparent, et ils ne se demanderaient plus s'il existe dans un être vivant *inerte* un principe créateur de mouvement.

Le spectacle serait encore plus frappant si l'on pouvait faire dérouler en quelques minutes sous les yeux des élèves l'évolution complète d'un de nos grands arbres à feuilles caduques, avec la succession des bourgeonnements printaniers et des dépouillements automnaux ; on verrait pousser les rameaux à l'aisselle des feuilles tombées, etc. On verrait *croître* un arbre, ce qui n'est pas ordinairement donné à l'homme. Et cependant, quoique n'ayant jamais vu *grandir* une plante, nous savons que les plantes grandissent, parce que nous avons le souvenir de leurs formes successives ; de même, en remplaçant les minutes par des siècles, nous savons que les espèces varient sans avoir jamais vu *varier* une espèce, à cause des documents que nous fournit la Paléontologie ; je reviendrai tout à l'heure sur cette question du temps dans l'évolution individuelle ou spécifique.

Une autre conséquence philosophique de cette observation au cinématographe¹ serait d'écarter des raisonnements l'erreur individualiste. Nous savons bien que les individus *changent* ; nous répétons avec Pascal : « Le temps guérit les douleurs et les querelles parce qu'on change, on n'est plus la même personne ». Mais, quoique nous le sachions, nous n'y pensons guère, parce que ces changements sont lents. Quand nous retrouvons vieillard un être que nous avons connu enfant, nous constatons surtout les variations dont il a été l'objet ; au contraire, si nous vivons quarante ans avec un ami, sans le

¹ Déjà, en 1897, j'avais proposé cette méthode de démonstration par le cinématographe (Cf. *Le déterminisme biologique*) ; j'apprends que M. Pizon l'a réalisée récemment au lycée Janson de Sailly.

¹ Et, malheureusement, cette philosophie toute faite, on la trouve dans le langage courant.

quitter jamais, nous ne le voyons pas changer; nous lui conservons le même nom, et il nous paraît être *le même mécanisme*, ce qui nous pousse naturellement à croire qu'il est doué de liberté absolue, puisque, *étant identique* à lui-même, il agit différemment dans des circonstances identiques.

Indépendamment même de son importance philosophique, l'erreur individualiste a eu des conséquences pratiques regrettables. Elle a, par exemple, empêché de prévoir l'immunité qui suit certaines maladies infectieuses; elle a fait considérer comme fantastique le résultat des découvertes de Jenner et de Pasteur. Un malade guérit; on dit qu'il *redevient* bien portant, et l'on entend par là qu'il redevient le mécanisme qu'il était avant d'avoir été malade. *Cela n'est pas vrai*; il est devenu un autre mécanisme, qui *ressemble* à l'ancien par certains côtés, mais qui en *diffère* par certains autres; il s'est adapté, habitué à la maladie dont il vient de triompher.

Voici un mouton atteint du charbon; deux ennemis sont en présence, le mouton et les bactériidies qui sont à son intérieur; dans ce cas spécial, la lutte doit se terminer par la disparition totale de l'un des deux partis. Si c'est le mouton qui l'emporte, il sort aguerri de la bataille; il est réfractaire à une nouvelle infection; si le mouton meurt, les bactériidies victorieuses sont préparées à une nouvelle victoire; on dit que leur virulence pour les moutons est augmentée.

Voilà des faits de Pathologie qui sont à la fois très remarquables au point de vue pratique et très instructifs au point de vue philosophique; de plus, il est très facile de les raconter dans le langage courant. Pourquoi donc ne pas les introduire dans l'enseignement secondaire, puisque l'on apprend aux jeunes gens des faits de Physiologie qui sont à la fois plus compliqués, moins féconds et souvent moins certains?

L'étude de ces phénomènes donnerait, en outre, un moyen très simple d'initier les élèves au langage si précieux de Darwin et de Lamarck. J'inocule à un mouton un mélange de bactériidies différentes; les unes sont virulentes pour le mouton, les autres non. Par définition même de la virulence, les premières prospéreront, les autres disparaîtront; il y aura *tri*, *sélection*, comme dit Darwin; étant donné un certain nombre d'individus différents que l'on place dans des conditions particulières, on constate *après coup* que quelques-uns se conservent et que les autres disparaissent; il y a eu destruction de ceux qui ont disparu et conservation de ceux qui se sont conservés; voilà la vérité de La Palisse, à laquelle se réduit la *sélection naturelle*, dans laquelle tant de gens ont voulu, après Flourens, voir une providence déguisée.

Spencer a employé une expression analogue; il y a, dit-il, *persistance du plus apte*, c'est-à-dire conservation de celui qui se conserve aux dépens de ceux qui disparaissent; mais l'on ne connaît le plus apte qu'après coup.

J'ai longuement développé ailleurs¹ des exemples tirés de la Pathologie et particulièrement commodes pour montrer la fécondité extrême d'un langage qui, ne faisant aucune hypothèse, se réduit à une constatation de résultats. Ce langage ne permet naturellement de rien prévoir, mais il donne l'illusion de la prévision quand on l'applique à la narration actuelle de faits historiques passés, à l'histoire de l'origine des espèces aujourd'hui vivantes.

Le même mouton nous apprendra le langage de Lamarck; je l'ai, en effet, déjà employé tout à l'heure, quand j'ai dit que le mouton guéri s'est *habitué* à la maladie dont il a triomphé; que, dans le cas de la mort de l'animal, ce sont, au contraire, les bactériidies qui se sont *habituées* à tuer des moutons. Mais, me direz-vous, il était inutile de faire intervenir Lamarck pour construire des phrases qui sont, tout simplement, du langage courant. C'est, en effet, à une constatation banale que Lamarck s'est adressé; il a emprunté à la sagesse des nations cet aphorisme: « les habitudes forment une seconde nature », et, s'il en a tiré un si grand profit dans l'explication de la formation des espèces, c'est que cet aphorisme résume précisément l'observation la plus générale qui puisse se faire sur les êtres vivants.

Étant donnée la variabilité incessante des conditions réalisées autour d'un être vivant quelconque, variabilité qui provient de ce que le jour succède à la nuit, le chaud au froid, etc., on peut dire sans exagération que *vivre*, c'est *s'habituer* sans cesse à quelque chose de nouveau. Quand les conditions sont par trop nouvelles, il arrive souvent que l'individu meurt; alors, il n'intéresse plus le biologiste; s'il ne meurt pas, c'est qu'il s'habitue; il n'y a pas d'autre alternative. Tout individu qui vit aujourd'hui n'a cessé de *s'habituer* depuis le jour de sa naissance; s'il a été atteint d'une maladie et s'il s'en est guéri, il s'est habitué à cette maladie, etc.

Or, qu'est-ce que *s'habituer*? C'est sûrement *changer*. Un individu habitué à un facteur d'action est *différent* de ce qu'il était avant de s'y être habitué. Et, par conséquent, ici encore, le langage individualiste se trouve pris en défaut. Ce langage ne tient compte que des similitudes (elles sont, en effet, plus apparentes); il néglige les différences résultant des habitudes; il n'est pas précis; il n'est pas exact. Je conserve le même nom à un homme avant et après une maladie; il ressemble beaucoup,

¹ V. *Traité de Biologie* (F. Alcan), § 59.

cela est certain, à ce qu'il était d'abord; mais il en diffère aussi, cela est non moins certain; si donc j'en parle comme d'un mécanisme qui n'a pas changé, mon langage manque de précision. Dans le langage courant, dire qu'un être *s'est habitué*, cela veut dire que, tout en restant semblable à lui-même, il est devenu différent. Il y a là une contradiction qu'il faut mettre en évidence avec le plus grand soin, au lieu de la cacher comme on le fait quelquefois. Je crois même que la principale question de méthode dans l'enseignement de la Biologie peut se formuler comme il suit : *Dans chaque cas, il faut insister successivement sur les similitudes et les différences.* Malgré la banalité apparente de cette règle, il est facile de voir qu'elle est extrêmement importante; quelques exemples vont nous le prouver.

II

Quand on observe des êtres quelconques, on est plus immédiatement frappé de leurs différences que de leurs analogies; un chien, un crapaud, un ver de terre et un poirier ne se ressemblent guère, et pourtant nous disons qu'ils sont tous vivants; la recherche du caractère commun à tant d'objets dissemblables est le point le plus important de la Biologie générale; c'est le problème de la définition de la vie.

Voici, au contraire, des êtres qui se ressemblent énormément, des moineaux si vous voulez; ils se ressemblent tellement qu'au premier abord on les croit identiques. Ils ne le sont pas, en réalité. Si l'on recueille cent mille feuilles de chêne dans une forêt, il n'arrive jamais que deux d'entre elles soient rigoureusement égales. Et, cependant, nous voyons bien que nous devons leur appliquer la même dénomination de feuilles de chêne. C'est la question si délicate de la définition de l'espèce.

Un même homme, à deux moments distincts de sa vie, se ressemble à lui-même, cela est certain; mais nous avons vu tout à l'heure le danger qui résulte d'une croyance hâtive à une invariabilité qui n'est qu'apparente; le problème de l'évolution individuelle consiste dans l'étude de différences acquises, mais qui respectent certaines similitudes...

Dans la fabrication même de l'être vivant, que d'éléments en apparence dissemblables! des nerfs, des os, du sang, des muscles! Et, cependant, il y a quelque chose de commun à tous ces éléments; ils portent l'estampille de l'individu auquel ils appartiennent. De même, un jeu de cartes est formé de cartes toutes différentes si on les regarde du côté significatif, toutes semblables si on les regarde du côté du dos. Similitudes et différences, tout est là; quelquefois c'est la similitude qui est plus frap-

pante, quelquefois c'est la différence; il faut étudier les deux.

Si cette nécessité est capitale quelque part, c'est surtout dans la question de la multiplication des êtres; c'est dans la reproduction des individus que, suivant le point de vue auquel on se place, on est frappé successivement par les similitudes et les différences. Tout animal *ressemble* à ses parents, cela est évident; mais il est non moins évident que tout animal *diffère* de ses parents. Et, par conséquent, si l'on donnait aux affirmations biologiques la même précision qu'à celles des sciences dites exactes, il y aurait contradiction entre la notion d'*hérédité* et la notion de *variation*. Malheureusement, on se contente ordinairement, en Histoire naturelle, d'une approximation très vague; je n'en veux pour exemple que la définition de l'*espèce* dans les traités dont les auteurs sont cependant transformistes convaincus. On y apprend aux élèves que l'espèce est héréditaire, que les enfants sont de la même espèce que les parents, d'où la conséquence évidente que l'espèce ne varie pas. On leur enseigne ensuite la théorie transformiste, qui veut que les espèces actuelles descendent d'espèces antérieures et différentes, alors que, par suite de la première affirmation, le fils est de l'espèce de son père, qui est de l'espèce de son grand-père, et ainsi de suite, jusqu'à l'ancêtre le plus éloigné. La contradiction est flagrante, et il ne faut pas s'étonner ensuite que beaucoup de gens aient de la difficulté de croire à la transformation des espèces. Cela est, d'ailleurs, infiniment regrettable, car la théorie transformiste devrait aujourd'hui régner sans conteste sur toute la science. Son adoption par tous les savants dignes de ce nom est le plus grand événement de cet admirable dix-neuvième siècle, pourtant si fertile en merveilles. Je reviendrai tout à l'heure sur cette question de l'importance philosophique du Transformisme; je veux montrer d'abord qu'on peut l'enseigner sans difficulté en montrant que l'hérédité est une *loi approchée*.

III

Nous connaissons bien des lois approchées, en Physique par exemple; nous en connaissons assez pour comprendre la signification *exacte* de cette expression qui paraît si peu précise, le mot *loi* et le mot *approché* semblant contradictoires. Voici d'abord un cas dans lequel une loi approchée peut être le résultat de la superposition d'une loi exacte à une autre loi exactement exacte. Je considère un corps qui tombe; la Mécanique élémentaire m'a appris la formule algébrique de la chute des corps dans le vide; or, si je veux me servir de cette

formule pour mesurer la profondeur d'un puits, je trouve un résultat qui n'est pas juste; heureusement, la Physique m'apprend, d'autre part, la résistance de l'air au mouvement des projectiles et me permet de calculer le ralentissement qui en résulte dans des conditions données. Je corrige donc ma première formule par une seconde, et j'obtiens ainsi une représentation beaucoup plus satisfaisante de la chute d'une pierre dans un puits. Pour arriver à ce résultat, j'ai artificiellement décomposé un phénomène *parfaitement unique*, la chute de la pierre dans le puits, en deux phénomènes imaginaires qu'il m'est plus facile d'étudier séparément; j'ai employé un procédé que son résultat démontre légitime, et je suis, par conséquent, fondé à essayer d'appliquer le même procédé d'analyse dans d'autres cas.

Si j'essaie d'employer la même règle pour la loi de Mariotte, je m'aperçois rapidement que, dans l'état actuel de la science, je ne connais pas *la* ou *les* formules accessoires qu'il faut lui ajouter dans chaque cas pour la rendre correcte; je suis obligé de m'en tenir à des formules empiriques qui, utiles dans la pratique, ne satisfont pas l'esprit; mais je puis néanmoins, malgré mon ignorance actuelle, essayer d'appliquer à la loi de Mariotte le langage auquel je suis arrivé pour la chute des corps dans l'air; je puis dire d'une manière générale, quand il s'agit d'une *loi approchée*: des expériences répétées au sujet de tel phénomène naturel m'ont prouvé qu'il suit *à peu près* la loi énoncée dans telle formule; même si je ne connais pas, à l'état isolé, un phénomène qui suive exactement cette loi, je puis énoncer sans danger la loi approchée que j'ai découverte en supposant que le phénomène naturel correspondant est la superposition de deux ou plusieurs phénomènes différents, dont l'un serait représenté rigoureusement par la loi découverte et dont *le* ou *les* autres ne me sont pas analytiquement connus. Ce langage ne fait courir aucun risque; il permet un langage à la fois rigoureux et clair; j'ai proposé de l'appliquer en Biologie au cas de la loi approchée qu'est l'hérédité.

Prenons l'hérédité dans son cas le plus simple, dans le cas où, sans aucune complication de forme, elle se réduit à une fabrication de substances chimiques *identiques* (?) à la substance vivante active que l'on étudie; dans ce cas, on remplace ordinairement le mot *hérédité* par le mot *assimilation* qui veut dire: fabrication de substance semblable. C'est là la propriété vitale par excellence, c'est la seule qui permette de caractériser la vie; mais il faut immédiatement remarquer que, *dans la Nature*, la loi d'assimilation n'est qu'approchée, sans quoi la variation serait impossible. Et nous arrivons

ainsi à définir la vie par une manifestation qui, ordinairement, n'est pas plus rigoureuse que la loi de Mariotte pour le gaz. Cette manifestation de l'activité des substances vivantes est cependant de première importance, puisqu'elle permet *seule* de définir la vie; il faut donc l'introduire dans le langage, par le procédé ordinaire des lois approchées.

La chose est d'autant plus facile que, pour certaines espèces au moins, Pasteur et ses élèves nous ont appris à séparer artificiellement l'assimilation au sens rigoureux et la variation qui s'y superpose dans la plupart des exemples naturels. Nous savons cultiver des bactériidies charbonneuses sans variation sensible; d'autre part, nous savons transformer, *sans assimilation concomitante*, au moyen d'une immersion dans l'eau pure additionnée d'antiseptiques, les bactériidies ou même leurs spores en des variétés de virulence différente. Ceci nous permet, lorsque, dans un bouillon, se produit une multiplication accompagnée de variation, de décomposer le phénomène en deux parties distinctes, comme nous l'avons fait pour la chute d'un corps dans un puits. J'ai proposé de généraliser ce langage et de l'appliquer même aux cas où nous ne savons jamais, expérimentalement, séparer l'assimilation de la variation; pour ne faire aucune hypothèse, j'ai appelé *condition n° 1* l'ensemble des circonstances dans lesquelles une substance d'espèce donnée assimilerait rigoureusement, réunissant sous le nom de *condition n° 2* l'ensemble des circonstances entièrement diverses qui font varier cette même substance. De sorte que l'histoire tout entière d'un élément qui ne cesse pas de vivre se réduit à une succession ou une superposition de *conditions n° 1* et de *conditions n° 2*. Ce n'est là qu'une manière de s'exprimer, mais c'est une manière de s'exprimer qui permet de raisonner avec la rigueur des sciences exactes; grâce à elle, il est facile de parler à la fois d'hérédité et de transformisme, sans se heurter à des contradictions flagrantes.

IV

On dit souvent qu'il est difficile, sinon impossible, d'enseigner le Transformisme dans les cours élémentaires, peut-être à cause de cette contradiction qui se manifeste, lorsqu'on n'y regarde pas d'assez près, entre l'hérédité spécifique et la variation des espèces. Mais je vous ferai remarquer que l'on enseigne déjà, en dehors de l'Histoire naturelle, des choses qui impliquent des contradictions apparentes de même ordre.

En Géographie, par exemple, on apprend aux

¹ V. *Théorie nouvelle de la vie et Traité de Biologie* (op. cit.).

élèves que la Terre est ronde comme une boule et on leur parle ensuite de montagnes et de vallées. On emploie précisément, pour mettre en relief l'orographie d'un pays, un procédé qui peut nous servir de modèle pour l'exposé de la transformation des espèces. On réduit, par exemple, les kilomètres en centimètres pour représenter les hauteurs verticales, tandis que, pour les distances horizontales, on réduit les kilomètres en dixièmes, en centièmes ou en millièmes de millimètre, ce qui revient à exagérer le relief dans la proportion de cent, mille ou dix mille. Et ainsi des pentes qui, sur le papier, ne seraient pas sensibles à l'œil, deviennent prodigieusement rapides.

Ce procédé d'exagération des reliefs en Géographie, par la réduction des distances horizontales, est absolument comparable à celui que j'indiquais tout à l'heure en proposant de réduire à une minute, par le moyen du cinématographe, la durée de l'évolution d'un plant de blé depuis sa germination jusqu'à sa mort.

Pour la transformation des espèces à travers les époques géologiques, il ne peut plus être question de cinématographe; mais on peut imaginer une représentation géométrique de l'état d'une espèce à chaque moment de son évolution, et alors, suivant la manière dont on représentera les unités de temps, on mettra en évidence soit l'hérédité, soit la variation. Je suppose, par exemple, que l'on puisse faire tenir dans les coordonnées d'un point rapporté à trois axes rectangulaires la définition d'une espèce à un moment de son évolution; un point de l'espace représentera l'état d'une espèce à une certaine époque. La succession des points en fonction du temps représentera l'évolution de l'espèce dans le temps. Eh bien! si l'on prend comme unité de mesure du temps, sur l'axe des temps, une grandeur considérable, l'évolution de l'espèce sera représentée par une ligne droite parallèle à l'axe des temps; on en conclura l'hérédité absolue, sans variation; on croira voir la condition n° 1. Si, au contraire, on choisit une grandeur très petite pour représenter l'unité de temps, si l'on représente cent siècles par un millimètre, l'évolution de l'espèce sera représentée par une courbe très notablement sinueuse; la variation sera mise en évidence au détriment de l'hérédité spécifique; la courbe sera la démonstration du transformisme.

Je sais bien qu'il est impossible de songer à faire tenir dans deux nombres la définition totale de l'état d'une espèce à un moment donné; ce que je viens de dire n'a donc pas d'application pratique et ne peut être considéré que comme un procédé verbal, destiné à montrer le rôle du choix de l'unité de temps dans l'établissement du transformisme. D'ailleurs, à défaut de cinématographe nous mon-

trant en quelques minutes la variation séculaire d'une espèce, nous pouvons réaliser quelque chose d'analogue en supprimant un grand nombre de générations intermédiaires; voici ce que je veux dire: si nous avions les pattes droites de devant de deux cents générations successives de chevaux et si nous en faisons une série, nous pourrions observer cette série sans nous douter de l'existence d'une évolution de l'espèce cheval. Si, au contraire, comme cela est réalisé dans les galeries de Paléontologie, nous juxtaposons une patte de cheval actuel et des pattes de chevaux fossiles ayant un nombre croissant de doigts, nous voyons, aussi bien qu'avec un cinématographe, la variation qui a conduit à la forme actuelle. L'important est que, chez les élèves, la conviction du transformisme soit définitivement établie et qu'ils puissent répondre, quand on leur demande s'ils ont vu varier une espèce: « Non, je n'ai pas vu varier une espèce, mais je n'ai pas non plus vu grandir un arbre, et cependant je sais que les arbres grandissent parce que j'ai observé plusieurs de leurs formes successives ».

V

Le Transformisme n'occupe pas dans l'enseignement actuel la place qu'il mérite; il devrait dominer tout l'enseignement scientifique, car il a modifié l'opinion que l'homme s'était formée au sujet de sa propre nature; pour un transformiste convaincu, la plupart des questions philosophiques qui se posent naturellement à l'esprit humain changent de sens; quelques-unes n'ont plus de sens du tout.

Avant d'essayer de montrer le bien-fondé de cette assertion, il n'est pas inutile de dire pourquoi, à notre époque, si peu de gens méritent, dans son acception entière, la dénomination de transformistes, pourquoi, en d'autres termes, si peu de savants vont jusqu'au bout du Transformisme, acceptent les conséquences entières de la théorie nouvelle. Et il ne sera pas sans intérêt de montrer que Darwin, le fondateur ou au moins le restaurateur et le vulgarisateur du Transformisme, a adopté, l'un des premiers, la méthode défectueuse qui devait empêcher cette doctrine de donner tous ses fruits.

Je commençais cette causerie en mettant avant toute autre préoccupation celle d'écarter de l'esprit des élèves toute idée de l'existence d'entités statiques en Biologie. Malheureusement, les hommes en général n'observent pas la vie au cinématographe et voient à chaque instant les êtres vivants comme s'ils étaient morts. Aussi ont-ils peuplé l'Histoire naturelle de ces entités déplorables que l'on appelle les *caractères* des animaux et des

végétaux, les caractères étant les éléments dans lesquels on peut décomposer la description *actuelle* d'un individu. Avec le cinématographe, on montre que ces caractères ne sont que des apparences successives comparables aux vagues de la mer; mais, dans le langage courant, ils deviennent des éléments constitutifs comparables aux pierres d'une maison! Un homme est formé avec des entités qui s'appellent : nez, bouche, œil, pied, poils, logique, intelligence, conscience morale, sentiment religieux, etc., comme un palais est formé de marbre, de planches, d'ardoises, de fenêtres, etc... » Darwin et, après lui, Weismann ont donné à ces entités statiques une existence définitive en supposant que chacune d'elles¹ est *représentée* par une particule infiniment petite qui est capable de la reproduire. Ces particules hypothétiques et invisibles, que Darwin appelait gemmules, avaient pour but de donner des faits d'hérédité une *explication* analogue à celle que fournit la théorie atomique aux phénomènes de la Chimie. Après avoir donné une vie nouvelle à la théorie transformiste qui, comme nous le verrons tout à l'heure, devait changer le sens du mot *explication* et débarrasser l'esprit humain des soucis métaphysiques, le grand évolutionniste anglais a été victime de la nature humaine qui était en lui et, cherchant à fournir une *explication* de l'hérédité, il a failli renverser le merveilleux édifice qu'il avait lui-même construit; heureusement, l'absurdité des particules représentatives était évidente! Ceux qui ont adopté ce système, dont les esprits peu philosophiques tirent tant de satisfactions verbales, doivent, par là même, changer du tout au tout leur conception du Transformisme. Du moment qu'il y a dans les êtres des *entités* constitutives représentées par des particules, ces entités ont existé de tout temps (comme Weismann le dit expressément dans sa théorie des *plasmas ancestraux*), et, par conséquent, l'évolution des espèces ne nous apprend pas la genèse du nez, de la bouche, de la logique, de la conscience morale, etc.; il y a eu en tout temps des nez, des bouches, des logiques, des consciences morales, etc., et l'évolution des espèces n'a consisté que dans le remaniement des groupements fortuits de ces diverses entités. Avec cette manière de voir, le Transformisme est une théorie insignifiante; il n'y a pas eu, dans l'évolution des espèces, apparition, acquisition de caractères *transitoires* (et Weismann a nié, en effet, l'hérédité des caractères acquis; il aurait dû nier également l'acquisition même de ces caractères), mais groupements variables de caractères *éternels*. La création immédiate de toutes les espèces est aussi satisfaisante; le système des par-

ticules représentatives enlève toute portée philosophique à la théorie transformiste.

Et cependant, à cause des satisfactions verbales qu'il donne, il a eu un grand succès; il en a encore. Un de mes amis, professeur dans une université de province, m'écrivait dernièrement à peu près ceci : « Vous avez raison et je trouve avec vous que le système de Weismann n'a pas le sens commun; mais il est si commode au point de vue pédagogique que je l'emploie dans mes cours, quitte à faire remarquer ensuite aux élèves combien il est peu philosophique ». Il est inutile d'insister sur ce que cette méthode a de défectueux, mais il faut constater que le langage weismannien est employé aujourd'hui dans presque tous les travaux de Biologie; et, lorsqu'on aura laissé prendre aux jeunes l'habitude de ce langage, ils ne pourront plus s'en passer et ne seront plus capables de se débarrasser du système qui y correspond. Je ne voudrais pas comparer à la féconde théorie des atomes en Chimie le prodigieux échafaudage que Weismann a construit sur des bases illégitimes; mais supposez pour un instant que, chose tout à fait invraisemblable, on découvre aujourd'hui des faits qui obligent de rejeter la théorie atomique, quel ne serait pas le désarroi de la plupart des chimistes? Ils ne sauraient plus parler? Puisque nous savons que le système des particules représentatives est mauvais, ne laissons pas prendre aux élèves l'habitude du langage correspondant; évitons-leur immédiatement l'ennui inévitable auquel ils seront acculés quand ils devront renoncer à une manière de s'exprimer devenue très familière.

VI

Renonçant aux entités statiques que l'on a voulu trouver dans les êtres vivants et représenter par des particules, acceptons donc dans son entier la théorie transformiste, et n'oublions jamais que, même lorsque la lenteur de leur évolution nous les fait apparaître comme des choses mortes, les prétendus *caractères* des animaux ne sont que des aspects successifs comparables aux vagues de la mer. Les conséquences philosophiques de cette méthode d'enseignement seront immédiates. Non seulement les élèves ne se demanderont plus s'il y a dans l'être vivant *inerte* un principe créateur de mouvement, puisqu'il sauront que ce qu'on appelle être vivant est une succession de manifestations ininterrompues d'une *activité* incessante; ils en retireront encore le grand avantage de ne pas tomber dans l'erreur individualiste et de ne pas se laisser prendre aux raisonnements fallacieux qui, pour douer l'être de *liberté absolue*, le considèrent comme identique à lui-même à deux moments différents de son existence,

¹ Ou au moins des entités de même ordre.

ce qui est impossible! Ils comprendront, d'ailleurs, immédiatement que toutes les notions absolues de l'ancienne métaphysique ne peuvent correspondre à rien de significatif pour l'homme, résultat du frottement et de l'adaptation au milieu extérieur d'une série continue des générations; ils ne considéreront plus l'esprit humain comme une entité de l'ordre de celles que représentent les particules de Darwin et de Weismann, mais ils comprendront que la logique humaine est le résumé héréditaire de l'expérience ancestrale; ils sauront, en même temps, quelles sont les bornes de cette logique et comment la sélection naturelle nous assure qu'elle est d'un bon usage pour les hommes qui en sont doués. Et, puisque la connaissance que nous avons du monde résulte des actions réciproques des agents naturels et de notre propre individu, cette connaissance est à l'échelle humaine; nous n'avons plus à nous demander quelle est l'essence des phénomènes extérieurs, car cela voudrait dire : « connaissance de ces phénomènes par un être qui n'aurait pas sa place, son échelle, au milieu d'eux »; nous ne savons plus ce que c'est que connaître, s'il ne s'agit pas d'un être vivant qui connaît et qui connaît forcément le monde à son échelle; il n'y a plus d'absolu...

J'ai développé ces considérations dans un livre récent¹ et je me contente de les signaler ici. Je voudrais seulement montrer, en terminant, que la théorie transformiste, en nous permettant de faire la narration historique de la genèse des phénomènes actuels, a donné au mot « pourquoi? » une signification nouvelle. Et cela n'est pas sans intérêt si

l'on remarque que, bien souvent, la forme seule d'une question appelle une réponse comprise dans l'énoncé même de la question; quand on dit par exemple : « Qui a créé le monde? », cela ne laisse de choix que relativement à l'être qui l'a créé; mais il faut qu'un être l'ait créé!

Vous vous souvenez peut-être que, quand vous étiez enfant, on vous posait la question insidieuse suivante : « Pourquoi les meuniers ont-ils des chapeaux blancs? » J'y ai été pris comme tout le monde, et après que j'eusse offert l'explication physiologique ou chimique : « parce qu'il y a de la farine sur leurs chapeaux », ou l'explication historique : « parce qu'ils sortent du moulin où il y a de la farine », on m'a répondu tout simplement par l'explication finaliste : « pour se couvrir la tête »; et j'ai conservé, depuis, une salutaire défiance relative aux acceptions multiples du mot *pourquoi* et du mot *explication*. Eh bien, la théorie transformiste nous permet de substituer, aux explications physiologiques des faits actuels, une narration historique que l'admirable langue de Lamarck et de Darwin rend possible dans tous les cas.

Voilà pourquoi le Transformisme doit être considéré comme ayant renouvelé l'esprit humain; voilà pourquoi, si on l'enseigne intégralement, avec toutes ses conséquences, il ruinera toute l'ancienne philosophie et en créera une nouvelle; et c'est justement ce qui fait qu'il n'a pas encore dans l'enseignement la place qu'il mérite; c'est que, comme l'a fait remarquer Huxley, le Transformisme oblige les hommes à réviser toutes leurs convictions, et les hommes n'aiment pas ça !

Félix Le Dantec,

Chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

¹ *Les lois naturelles*. Alcan, 1904.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Zeuthen (H.-G.). — *Geschichte der Mathematik im XVI. und XVII. Jahrhundert. Deutsche Ausgabe von RAPHAEL MEYER. 1 vol. in-8° de VIII-434 pages. (Prix: 16 Marks). B. G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1904.*

Après avoir donné quelques renseignements biographiques sur les mathématiciens dont il va analyser les travaux, l'auteur aborde l'œuvre des algébristes italiens du xv^e siècle, qui découvrirent le calcul des imaginaires et parvinrent jusqu'à la solution des équations générales du troisième et du quatrième degré. Ces nouvelles méthodes seraient dues principalement à Scipion Ferro, qui mourut sans les publier. Toutefois, il confia sa formule à Antoine Fiore, qui s'en servit pour proposer des problèmes à différents géomètres et, entre autres, en 1535, à Tartaglia. On doit à ce dernier savant le procédé de résolution des équations du troisième degré, qu'il eut l'imprudence de communiquer à son rival Jérôme Cardan, et ce dernier, malgré les promesses les plus formelles relativement au secret, l'inséra dans son *Ars magna* (1545), avec l'extension à l'équation du quatrième degré qu'avait trouvée son élève Ferrari. Un peu plus tard, le *Traité d'Algèbre* de Bombelli (1572) vient dignement clôturer la série des ouvrages de l'illustre Ecole italienne, en commentant magistralement les acquisitions de ses prédécesseurs immédiats. Cependant, il faut arriver à Viète (1540-1603) pour voir l'Algèbre moderne s'édifier. Il commença d'abord par remplacer les termes connus par des voyelles A, E, I, O, U, Y et les inconnues par des consonnes B, C, D, F. Les puissances de ces dernières étaient indiquées par les mêmes lettres avec un des indices *q*, *c* (abréviations de *quadratum* et de *cubus*) combinés par addition des exposants. Puis il exposa de main de maître la théorie générale des équations. Là se reconnaît la griffe de lion. Ce n'est pas une ébauche : « la science de bien trouver en Mathématiques »¹ s'élève tout à coup à une hauteur inespérée. On y trouve les méthodes encore usitées aujourd'hui, les relations entre les racines positives et les équations du second degré et des formules générales pour résoudre, dans certains cas, celles du troisième et du quatrième degré. Les successeurs de Viète ont perfectionné son œuvre. Ils remplacèrent ses notations, parfois assez compliquées, par des symboles plus élégants ou plus généraux, mais les fondements de ses géniales conceptions sont restés.

Puis vint la période d'or de l'histoire des sciences, illustrée par les Képler, les Cavalieri, les Néper, les Fermat, les Descartes, les Huygens, les Roberval, les Wallis, les Pascal, les Leibniz et les Newton.

Néper décrit sa célèbre découverte des *Logarithmes* dans sa *Logarithmorum canonis descriptio*, publiée en 1614. Le procédé du savant écossais n'indique pas, d'ailleurs, une connaissance des Mathématiques aussi profonde qu'on le croirait; il n'avait certes pas entrevu les analogies entre ses logarithmes et les aires de l'hyperbole équilatère comprises entre cette courbe et ses asymptotes. De son côté, le grand astronome Képler fit beaucoup pour la propagation en Allemagne de la doctrine népérienne, tandis qu'Henri Briggs ne tardait pas à se rendre compte de tout le parti qu'on pouvait tirer de cette précieuse invention. Il fit même un voyage pour conférer avec Néper à ce sujet et, probablement, lui suggéra le choix de 10 comme base.

Par la publication de sa *Géométrie* (1637), Descartes

renouela la science de l'étendue en fournissant aux mathématiciens les méthodes générales qui leur avaient manqué jusqu'ici et dont le défaut frappait de stérilité leurs plus louables efforts. Effectivement, les courbes découvertes par les Grecs au fur et à mesure des besoins n'étaient reliées entre elles par aucune relation. Descartes sentit la nécessité d'apporter quelque ordre dans ce domaine. Il fallait d'abord arriver à définir ces figures, ou, en d'autres termes, poser les règles permettant de les construire. Tout se ramenait, somme toute, à fixer d'une manière précise la position d'un point dans un plan. Or, celle-ci ne dépend que de deux éléments, ses *coordonnées*. Donc, la définition d'une courbe, autrement dit son équation, n'est pas autre chose que la relation entre les coordonnées de ses points. Il est aisé alors d'établir des formules générales s'appliquant ensuite à tous les cas particuliers.

Quant à Fermat, « le premier homme du monde » au dire de Pascal, il se distingua surtout dans l'Arithmétique supérieure. Sphinx impénétrable, il sut s'y frayer des routes qu'aucun savant n'a encore pu retrouver, malgré les ressources modernes. C'est un privilège sans exemple dans les annales de la science. Dans un autre ordre d'idées, le nom de Fermat est intimement lié à celui de Pascal parmi les inventeurs du *Calcul des probabilités*; au seul cas particulier de la théorie des hasards envisagé par l'immortel auteur des *Provinciales*, celui-ci substitua un corps de doctrine parfaitement ordonné. Dès lors, une science, sans racines dans le passé, se trouvait fondée.

La méthode cartésienne fut l'origine d'une multitude de travaux au cours du xvii^e siècle. De Sluse perfectionna le mode de construction des racines des équations algébriques par l'intersection des courbes; Wallis se servit des exposants fractionnaires et négatifs; puis apparut la *méthode des indivisibles*, imaginée par Cavalieri, et qui, bien oubliée aujourd'hui, est néanmoins curieuse, car elle jette le pont entre le procédé d'exhaustion d'Archimède et l'analyse newtonienne.

Délaissions les travaux de Roberval, qui imagina un principe général pour résoudre le problème des tangentes aux courbes, et la *théorie des développées* à laquelle Huygens attacha son nom, pour aborder la grande découverte de l'*Analyse infinitésimale*, que Leibniz et Newton partagent la gloire d'avoir inventée. M. Zeuthen montre la part qui revient à chacun d'eux dans cette immortelle conquête (p. 357-413). Les érudites discussions du savant professeur de Copenhague peuvent, d'ailleurs, se résumer en ces lignes de Joseph Bertrand, que nous transcrivons ici, car, à notre avis, on ne saurait plus justement clore le débat : « Quoique la publication de Newton ait été postérieure à celle de Leibniz, il est prouvé qu'il ne lui doit rien; mais tout porte à croire qu'il ne l'a aidé en rien... Si Newton, plus diligent, avait formulé dix ans plus tôt sa *Théorie des fluxions*, le nom de Leibniz resterait un des plus grands dans l'histoire de l'esprit humain; mais, tout en le comptant parmi les géomètres de premier ordre, c'est à ses idées philosophiques et à l'universalité de ses travaux que la postérité attacherait surtout sa gloire. Si Leibniz, au contraire, abondant plus tôt l'étude des Mathématiques, avait pu ravir à son rival l'honneur de leur commune découverte, on n'admirerait pas moins, dans le livre des *Principes*, avec la majesté des résultats obtenus, l'incomparable éclat des détails; et, en perdant ses droits à l'invention de la méthode qui s'y trouve employée avec tant d'art, Newton resterait placé au rang qu'il occupe aujourd'hui parmi les géomètres : je veux dire à côté d'Archimède et au-dessus de tous les autres. »

¹ C'est ainsi que Viète nomme l'Algèbre.

Une nouvelle ère s'ouvrait donc pour les mathématiques, ainsi que M. Zeuthen le fait nettement ressortir dans les dernières pages de son livre rempli de vues très personnelles.

JACQUES BOYER.

Lecomte Denis (Maurice), *Ingénieur civil des Mines*. — **Utilisation pratique et complète d'une chute d'eau pour tous les services d'une exploitation minière**. — 1 vol. in-8° de 96 pages avec 46 figures. (Prix : 4 fr.). Veuve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1904.

Le Congrès de la Houille blanche, tenu à Grenoble, en 1902, a mis à l'ordre du jour l'emploi des chutes d'eau. Une Commission extra-parlementaire étudiée, en ce moment même, les questions multiples et complexes qui s'y rattachent.

Il est probable que de tous ces efforts sortira une utilisation meilleure de l'énergie que les cours d'eau mettent à notre disposition. Mais ce serait une erreur de croire que cette utilisation est à peu près gratuite; bien au contraire, les travaux d'aménagement sont toujours coûteux, et souvent ils demandent à être bien conduits pour rester dans des limites de prix acceptables.

Pour la réalisation de ces travaux, les guides techniques sont rares. M. Lecomte-Denis a comblé la lacune, en ce qui concerne l'utilisation d'une chute pour les services d'une exploitation minière; on comprend, du reste, que les indications données par lui en l'espèce soient, pour la plupart, d'une application générale.

L'ouvrage est divisé en deux parties: dans la première, sont passés en revue les divers éléments du problème et sont indiqués les moyens de transporter électriquement l'énergie captée; dans la seconde, est décrite l'utilisation de la chute de Clauzel (Ardèche), telle qu'elle a été exécutée cette année même par l'auteur.

L'ingénieur qui aura à recueillir l'énergie d'une chute trouvera dans ce livre des renseignements fort utiles.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Belloc, *Chef des Travaux de Physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Caen*. — **Thermo-électricité du fer et des aciers** (Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris). — 1 vol. in-8°. Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904.

M. Belloc s'est proposé de préciser celles des transformations du fer auxquelles la méthode thermo-électrique est sensible, et de faire ressortir les indications qu'elle est capable de fournir. Le métal que l'auteur associe au fer ou à l'acier est le platine; le thermomètre employé est le couple Le Châtelier; l'enceinte qui contient la double soudure chaude est de dimensions assez restreintes pour pouvoir être entourée de spires de platine et chauffée électriquement; le vide y est constamment maintenu afin d'empêcher l'oxydation et la carburation. M. Belloc a opéré sur un échantillon de fer et onze échantillons d'aciers préparés par les usines d'Unieux et d'Assailly; il a relevé les f. é. m. thermo-électriques de 20° en 20° jusqu'à 1.400°. La f. é. m. thermo-électrique E étant une résultante complexe d'effets thermiques, l'état de la soudure chaude est

mieux défini par la considération de la dérivée $\frac{dE}{dt}$. Les courbes en $\frac{dE}{dt}$ présentent toutes une même allure caractéristique.

Sans parler d'un minimum commun vers 400°, il existe un maximum particulièrement intéressant, car sa valeur absolue et aussi la température à laquelle il a lieu dépendent de la teneur en carbone. Ce maximum est invariablement suivi d'un minimum corrélatif, qui diffère du maximum d'une quantité constante et se produit régulièrement 120° plus haut. Pour préciser la signification du maximum, M. Belloc détermine directement les points de transformation a_1, a_2, a_3 , des mêmes échantillons en appliquant exactement la méthode de

refroidissement de M. Osmond. Il établit ainsi que le maximum des courbes en $\frac{dE}{dt}$, dont la position varie de

850° à 700°, en passant du fer pur aux aciers durs, coïncide toujours sensiblement avec le point le plus élevé a_3 , parfois avec une légère avance. La méthode thermo-électrique permet donc de mettre en évidence isolément ce point a_3 et d'en manifester l'existence dans n'importe quel acier. Elle pourrait servir à caractériser la teneur en carbone. Mais, surtout, il ressort de là que a_3 est le commencement d'une modification isomérique qui se produit de la même manière dans le fer libre et dans la martensite, élément constitutif des aciers quand, à haute température, le carbone est à l'état dissous (carbone de trempe.) D'ailleurs, l'auteur a pu suivre ces changements d'état moléculaire pendant toute leur durée, et en montrer la réversibilité. Sur les courbes de f. é. m., ils donnent naissance à un cycle dont le point de départ est le point a_3 ; la courbe obtenue par refroidissement n'est pas superposable à la courbe d'échauffement. L'allure particulière du cycle, qui correspond, non pas à un retard, mais à une avance, semble établir que, dans la transformation allotropique qui commence à partir de a_3 , les deux états, fer α et fer β , coexistent; et que, quand on procède par échauffement, la proportion de fer α demeure supérieure à celle qui correspondrait à l'équilibre chimique, tandis que, dans le refroidissement, le phénomène est inverse. Ces résultats se trouvent, d'ailleurs, confirmés par les recherches de M. Harisson. Les cycles ne se manifestent plus au delà de 1.250°, démontrant par là que la transformation allotropique du fer est terminée; et cette limite est approximativement la température du point critique a_1 de MM. Hall et Curie. Les recherches relatives aux cycles exigent une longue durée de chauffe et portent essentiellement sur le fer, car, dans le cas des aciers, les expériences sont troublées par la décarburation spontanée, dont l'auteur a fait à ce propos une étude spéciale. La décarburation progressive d'un acier, lorsqu'il est chauffé au delà de 920°, se produit toujours, dans quelque milieu que se trouve le métal, qu'il s'agisse d'air sec, d'hydrogène, ou même d'un vide très parfait. Elle est déterminée par la présence de gaz occlus. Lorsqu'on se place dans des conditions telles que ces gaz aient été éliminés, il se produit un phénomène inverse, une surcarburation résultant d'une volatilisation du fer dans le vide; cette volatilisation est assez notable pour produire sur les parois du ballon une couche opaque très résistante et miroitante, analogue aux dépôts obtenus par M. Houlléviq par projection cathodique du métal. Enfin, en présence des résultats, si importants au point de vue industriel, que la méthode thermo-électrique a fournis à Barus et Strouhal sur la trempe et le revenu, l'auteur a cherché à étendre ces recherches. Il a montré qu'il n'est plus nécessaire de recourir à l'adjonction d'un métal étranger. Il suffit, pour constituer le couple, d'associer à l'acier dur, trempé et revenu, le même acier recuit. Les courbes obtenues s'étagent régulièrement suivant la température du revenu, et suffiraient déjà, à elles seules, à caractériser ce revenu. De plus, elles mettent nettement en évidence le point de recalescence (a_1, a_2, a_3 confondus en un seul dans les aciers durs), qui, sur toutes les courbes de revenu, se traduit par un même crochet et exactement à la même température.

E. HAUDÉ,
Professeur à l'École Navale.

Ducloux (E. Herrero), *Professeur suppléant à la Faculté des Sciences de Buenos-Aires*. — **Tratado elemental de Quimica. Tomo I: Quimica inorganica. Tomo II: Quimica organica**. — 2 vol. in-8 de 382 et 352 pages avec figures. Angel Estrada et C^{ia}, éditeurs. Buenos-Aires, 1904.

Comme la *Revue* le rappelait dans une récente chronique¹, l'Amérique latine a, pendant longtemps,

¹ Les livres pour l'enseignement secondaire et universi-

emprunté ses ouvrages d'enseignement scientifique, secondaire et supérieur, à l'Europe ou aux Etats-Unis, dont les traités classiques, traduits en espagnol, ont fait l'éducation de nombreuses générations d'élèves, de Mexico jusqu'à Buenos-Aires. Cependant, peu à peu, une littérature scientifique nationale s'est développée dans ces pays, et c'est l'un de ses produits, le *Traité de Chimie* du Professeur Ducloux, que nous présentons aujourd'hui au lecteur.

Il s'agit d'un ouvrage élémentaire, très analogue aux nôtres, et auquel, cependant, l'auteur a su donner l'empreinte de sa personnalité. Il a eu surtout en vue d'éveiller chez l'élève l'esprit d'observation, de lui faire sentir la nécessité de connaître le comment et le pourquoi des mille phénomènes de la vie ordinaire qui s'accomplissent sous ses yeux, et de détruire le sentiment d'antipathie vis-à-vis de la Chimie qui est assez commun chez le jeune homme; nous pensons qu'il y a réussi par une exposition claire et précise et un enchaînement judicieux des faits.

Au point de vue de l'exécution matérielle, les deux volumes n'ont véritablement rien à envier à nos livres français. L'ouvrage nous paraît donc appelé à prendre une place honorable dans l'enseignement de la Chimie dans la République Argentine et dans les pays voisins.

LOUIS BRUNET.

3° Sciences naturelles

Brasil (L.). — Contribution à la connaissance de l'appareil digestif des Annélides Polychètes. L'épithélium intestinal de la Pectinaire. (*Thèse de doctorat ès-sciences.* — 1 vol. in-8°. Schleicher et Cie, éditeurs, Paris, 1904.

Cette excellente thèse n'est pas une simple monographie. On n'y trouve pas seulement la description des dispositions spéciales qui distinguent l'appareil digestif chez les Annélides polychètes en général, et chez la Pectinaire en particulier; mais les faits décrits par l'auteur sur le matériel qu'il a employé servent de documents pour la discussion de plusieurs questions générales d'Histologie. Ce Mémoire appartient donc à la très estimable catégorie des travaux d'Histologie zoologique.

Après avoir discuté les critères qui peuvent être employés pour la désignation des différents segments du tube digestif, l'auteur décrit successivement les caractères histologiques de ces segments. Dans l'intestin moyen, on distingue trois sections topographiquement et macroscopiquement différentes; cette division est confirmée par des caractères histologiques différents. La première section comprend elle-même trois divisions: la région des glandes claviformes, la région des diverticules cellulaires épithéliaux; la région, enfin, des cellules à racines ciliaires divergentes. La première est caractérisée par l'existence, entre des cellules ciliées, qui forment la majeure partie du revêtement épithélial, de cellules glandulaires claviformes analogues à celles qu'on trouve chez beaucoup de Polychètes à l'origine du tube digestif; ces cellules glandulaires proviennent d'une différenciation dégénérative des cellules ordinaires. Dans la région suivante, celle des diverticules cellulaires épithéliaux, existent des diverticules cellulaires rappelant ceux que Eisig a décrits chez les Capitellidés. La troisième région est tapissée par des cellules ciliées remarquables à divers titres. Les cils ne couvrent pas tout le plateau cellulaire et n'en occupent que la région centrale; ils s'articulent sur de hauts et puissants bâtonnets, insérés chacun sur un gros granule basilaire; de chacun de ces granules part une racine ciliaire; l'ensemble des racines forme un éventail très régulier; enfin, les points de la surface cellulaire qui sont privés de cils sont munis d'une bordure en brosse ordinaire.

La deuxième section de l'intestin moyen est parcour-

ue par une gouttière vibratile longitudinale. Son épithélium, en dehors de cette gouttière, renferme quatre formes de cellules: cellules à ferment, cellules à sécrétion muco-graisseuse, cellules à contenu fibrillaire, cellules à sécrétion muqueuse. Les cellules à ferment sont les plus nombreuses; elles sont pourvues ou non de cils; outre les grains de zymogène, elles peuvent contenir des corpuscules de graisse. Des cellules analogues se trouvent dans les cæcums intestinaux; de l'Arénicole. Dans l'une et l'autre espèces, le matériel de sécrétion se forme aux dépens de la chromatine nucléaire et du nucléole. Les cellules à sécrétion muco-graisseuse sont caractérisées par la présence, au voisinage du noyau, d'une masse hyaline renfermant un ou plusieurs corps contournés en forme de boudins. Les cellules à contenu fibrillaire doivent leur nom à des faisceaux de filaments chromophiles situés dans leur cytoplasme. Les cellules à sécrétion muqueuse paraissent être le terme d'une involution, dont les deux espèces cellulaires précédemment citées seraient les deux premiers stades.

La troisième section de l'intestin moyen et l'intestin postérieur n'offrent pas de disposition particulièrement intéressante.

L'auteur, après cette description histologique, consacre un chapitre à l'examen de plusieurs questions générales de Cytologie. Il examine, tour à tour, les cils, la sécrétion, la dégénérescence cellulaire, la rénovation épithéliale.

Sur la question des cils, il insiste sur ce que les cils sont indépendants des bordures en brosse; les deux appareils sont d'ordre différent. Les cellules à racines ciliaires divergentes, dans la troisième région de la première section intestinale moyenne, montrent côte à côte les cils et la bordure en brosse, et prouvent ainsi l'indépendance des deux formations; dans ces mêmes cellules, le cil n'est pas inséré sur un bâtonnet de la brosse, mais sur un bâtonnet spécial, « le bâtonnet cili-fère », ce qui confirme l'indépendance de la brosse et des cils. Les granulations basilaires des cils sont distinctes, d'ailleurs, de celles de la brosse. Les racines ciliaires, qui sont constantes à la base des cils, font partie intégrante de l'appareil vibratile; leur disparition coïncide avec la dégénérescence du cil mobile; leur importance massive est en rapport avec l'activité du cil; c'est là tout ce que l'auteur veut dire de leur signification physiologique.

Quant à la sécrétion, elle se fait par des expulsions nucléaires directes du matériel de sécrétion, dont l'origine est fournie par la chromatine nucléaire et par le nucléole; les corps expulsés peuvent figurer dans le cytoplasme sous la forme de « Nebenkerne ». La sécrétion peut aussi se faire par l'intermédiaire d'inclusions fibrillaires comparables aux formations ergastoplasmiques, signalées par l'auteur dans certaines cellules.

La dégénérescence cellulaire est la conséquence inévitable d'une sécrétion qui est presque toujours holocrine. La dégénérescence nucléaire s'opère par pycnose, caryorhexis ou chromatolyse. La cellule vieillie peut être expulsée en totalité (noyau en chromatolyse); elle peut aussi s'atrophier sur place (noyau en pycnose ou en caryorhexis).

L'épithélium, par suite de cette dégénérescence, doit être le siège d'une rénovation continue, dont l'intensité est en rapport avec celle de la sécrétion et de la dégénérescence que celle-ci entraîne. La régénération se fait par voie mitotique, aux dépens d'éléments superficiels; les cellules-filles conservent un caractère embryonnaire et sont aptes à se diviser ultérieurement à nouveau, ou bien se différencient en cellules glandulaires ou trophocytes, qui, après avoir sécrété, dégénèrent. Quant aux amitoses, elles donneront lieu à des cellules dont les noyaux finiront par subir la dégénérescence.

L'auteur a fait sur l'action du suc intestinal de la Pectinaire des expériences, desquelles il résulte que ce suc contient une amylase, une trypsine et probable-

ment une lipase. Quant aux graisses que renferment les cellules à ferments de l'épithélium, elles ne sont pas une sécrétion digestive, mais une réserve nutritive accumulée dans cet épithélium. Avec sa sécrétion de ferments agissant sur les trois catégories d'aliments (hydrates de carbone, substances protéiques, graisses), avec l'accumulation dans son épithélium de réserves nutritives (graisse) et de produits d'excrétion (concrétions urinaires et pigments), l'intestin des Polychètes est un appareil digestif complet. La localisation de tous les phénomènes digestifs dans sa paroi et dans sa cavité en font un appareil digestif primitif. L'auteur se livre à des considérations générales intéressantes au sujet de la place phylogénique de l'intestin des Polychètes. Chez la Pectinaire, toutes les fonctions digestives de sécrétion et d'absorption sont accumulées dans l'intestin moyen; chez d'autres Polychètes (Arénicole, Aphrodites), des cœcums intestinaux se chargent d'une partie de ces fonctions, pour laquelle, chez les Mollusques, il apparaît un organe spécial, le foie.

L'ouvrage de M. Brasil se termine par un important chapitre de Parasitologie. Trois Sporozoaires parasites y sont décrits: *Urospora lagidis*, *Joyeuxella toxoides*, et une troisième forme inconnue. La forme végétative d'*Urospora* vit dans le coelome; l'enkystement se fait par couples, et la fécondation est hétéro-sexuelle, comme chez les *Stylorhynchus* et *Pteroecephalus*. L'auteur examine la question des rapports des Grégaires et des amibocytes: les phagocytes sont indifférents vis-à-vis de la forme végétative cœlomique; ils le sont aussi vis-à-vis des kystes, autour desquels ils s'amassent sans y pénétrer. La mobilité des formes végétatives n'est pas suffisante pour expliquer la répulsion des amibocytes; contre Siedlecki et avec Cuénot, l'auteur admet comme plus probable l'action d'une sécrétion défensive du parasite. Le Sporozoaire *Joyeuxella toxoides* se présente sous deux types: une forme grêle, offrant des phénomènes de multiplication schizogonique, et une forme trapue, qui serait un stade de multiplication sexuée. Un paragraphe intéressant est consacré à l'action des parasites sur les cellules de l'épithélium intestinal, observée sur le Sporozoaire indéterminé, et sur une autre Grégaire, le *Doliocystis pellucida*, parasite du *Lipephile cultrifera*, qui détermine l'hypertrophie de la cellule épithéliale sur laquelle elle s'implante. A. PRÉNANT, Professeur à l'Université de Nancy.

Féré (Ch.), Médecin de Bicêtre. — Travail et Plaisir. Nouvelle étude expérimentale de Psycho-mécanique. — 1 vol. grand in-8° de 476 pages et 200 figures. (Prix : 12 francs). Alean, éditeur. Paris, 1904.

Dès le début du livre, M. Féré s'élève contre ceux qui ont représenté le travail, soit intellectuel, soit manuel, comme une charge à laquelle l'homme puisse avoir intérêt à se soustraire. Le travail est une nécessité biologique, dans laquelle peut se trouver le véritable bonheur.

L'expérimentation permet de rechercher dans quelle mesure les conditions de travail sont liées aux sensations de plaisir, et ce sont les résultats de nombreuses études entreprises sur ce sujet que M. Féré a réunis dans le volume qu'il vient de publier.

La méthode employée consiste à tracer des courbes de fatigue au moyen de l'ergographe de Mosso, c'est-à-dire à soulever un poids un nombre de fois suffisant pour arriver à la fatigue complète, à l'impossibilité d'un nouveau soulèvement. A ce moment, on évalue le travail produit. En répétant cette même opération, tantôt dans les conditions normales, tantôt sous l'influence d'une excitation étrangère dont on veut apprécier l'effet, on peut évaluer l'action de cette excitation sur la production de travail.

En opérant ainsi, M. Féré a réuni une quantité énorme de documents qu'il serait impossible de relater ici. Le rythme suivant lequel s'exécute un travail a une grande influence sur la quantité de travail produite. Bien des peuples et travailleurs ont trouvé cela empiriquement, et accompagnent certaines occupations d'une cadence

dont la fréquence leur a été démontrée plus favorable. Les temps de repos doivent aussi être convenablement répartis pour donner lieu au meilleur rendement dans la durée totale; il est bon de ne pas arriver à la fatigue avant ce repos, si l'on veut qu'elle ne fasse pas trop sentir son effet sur la période de travail suivante.

Il est remarquable de constater que des influences au premier abord minimes peuvent avoir un effet très marqué. Ainsi, le seul fait d'éclairer le travailleur avec des lumières de couleur variée ne donne pas le même résultat quelle que soit la couleur. Le rouge paraît très favorable au début, mais il conduit rapidement à la fatigue; le bleu est plutôt déprimant au début, mais permet un travail très prolongé. C'est le vert qui semble la couleur de choix: il produit l'excitation sans fatigues rapides. M. Féré a étudié de la même façon les sensations sonores, olfactives, gustatives; toutes se sont montrées efficaces. Il semble que l'on ne puisse plus se figurer une seule cause d'excitation dont l'auteur n'ait examiné à fond l'effet; aussi tous ceux qu'intéresse cette question de la production du travail musculaire devront-ils recourir au livre de M. Féré. D^r G. WEISS,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

4° Sciences médicales

Héricourt (D^r J.). — Les Frontières de la Maladie. — 1 vol. in-12 (Prix : 3 fr. 50). Ernest Flammarion, éditeur, Paris, 1904.

Ce livre a été écrit dans un but de vulgarisation scientifique très louable. Il est à la portée de tous les lecteurs et vise, dans une intéressante suite de chapitres sur les diverses maladies, un but à la fois pratique et élevé. M. Héricourt part de ce principe que, d'ordinaire, le médecin ne traite actuellement que des maladies qui *finissent*. Combien il serait plus utile s'il pouvait empêcher les maladies de *commencer*! Or, les données actuelles sur l'étiologie d'un grand nombre de maladies sont assez bien assises pour qu'on puisse, en vérité et dans nombre de cas, en empêcher l'éclosion. Toutes les mesures sanitaires internationales n'ont pas d'autre objectif que celui de protéger les peuples contre les épidémies, et elles y ont maintes fois réussi. Si, dans les agglomérations plus restreintes et, partant, dans chaque famille, des mesures analogues étaient prises, on éteindrait de la sorte bien des épidémies dès leur origine. Plus encore, si l'individu appliquait par habitude les préceptes de l'hygiène actuelle, il pourrait souvent éviter, non seulement les maladies transmissibles, mais encore les maladies chroniques produites par les troubles de la nutrition, par les conséquences morbides d'une infinité d'intoxications lentes. C'est ce que M. Héricourt montre dans les diverses parties de son très utile volume, consacrées les unes à la dyspepsie, à l'appendicite, au brightisme, au diabète, aux maladies nerveuses et mentales, les autres aux intoxications, aux infections, etc.

Retenons le dernier chapitre du livre, qui expose ce que devrait être le médecin idéal. Au lieu d'être, comme aujourd'hui l'agent de la médecine curative, si précaire, dit trop justement M. Héricourt, le médecin de l'avenir sera l'agent de la médecine préventive. Il vivra alors de la santé de ses clients et non de leurs maladies. Et n'est-ce pas là le rôle si important d'ores et déjà dévolu aux médecins des collectivités, tels que nos confrères de l'armée ou des grandes administrations.

Signalons encore le récit très démonstratif qui clôt l'ouvrage. C'est l'histoire d'un établissement privé, employant un personnel de 44 hommes et 73 femmes, dont le chef a consenti à se soumettre aux exigences de l'hygiène moderne et qui a pu ainsi avoir, pendant plusieurs années, une mortalité nulle et une morbidité insignifiante.

Ce livre, d'une science pratique indéniable, est écrit dans un esprit d'utilité sociale et de bonté; il honore son auteur.

D^r A. LÉTIENNE.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Février 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. G. Carrus** recherche la condition nécessaire et suffisante pour qu'une famille de surfaces $u(x, y, z) = p$ admette des trajectoires orthogonales planes dans des plans parallèles à Ox et constitue une famille de Lamé. — **M. F. Enriques** démontre le théorème suivant : Les conditions pour qu'une surface algébrique $f(x, y, z) = 0$ puisse être transformée birationnellement en un cylindre $F(X, Y) = 0$ s'expriment simplement par les équations $P_1 = P_0 = 0$, P_r étant le genre d'ordre r de la surface f . — **M. M. Fréchet** a pu démontrer pour l'espace E_∞ à une infinité dénombrable de dimensions les principaux théorèmes énoncés dans l'espace ordinaire, et cela directement, sans supposer connus ces derniers. — **M. P. Fatou** montre qu'une série de Taylor dont le rayon de convergence est égal à 1 et dont les coefficients tendent vers 0 est convergente en tout point non singulier de son cercle de convergence. — **M. M. Brillouin** démontre qu'aucun planeur rigide n'offre de sécurité. En effet, la sécurité exige que la trajectoire limite de l'aéroplane non monté reste toujours très éloignée de la verticale, ce qui est impossible avec un planeur rigide. — **M. Lœwy** estime que, dans bien des cas, on a attribué à la flexion des cercles des instruments méridiens des erreurs uniquement dues à la mauvaise définition des images des traits et à un défaut de centrage dans l'appareil d'éclairage. Il indique, d'autre part, la forme à donner aux deux surfaces réfléchissantes pour obtenir des images stellaires très régulières, dans la détermination de la constante de l'aberration et de la réfraction à l'aide de la méthode basée sur l'emploi d'un double miroir taillé dans un même bloc de verre. — **M. Puiseux** communique ses observations de l'éclipse partielle de Lune du 19 février 1905. — **M. Salet** a fait placer un diaphragme-iris dans un oculaire astronomique, dans le but d'étudier l'erreur due à l'astigmatisme dans l'observation des étoiles doubles.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. C. Gutton** a constaté que, sur une photographie négative, les contrastes sont exagérés dans les régions très peu éclairées et atténués dans les régions plus éclairées. Sur l'épreuve positive, les différences d'éclairement sont, au contraire, fidèlement reproduites. — **M. E. Rogovsky** indique les moyens d'observer l'émission de rayons cathodiques par l'anode. — **M. Ch. Fortin** a reconnu que, dans un champ électrique de 20.000 volts par centimètre, normal à la surface, la variation relative de la tension superficielle du pétrole est inférieure à $1/430^o$. — **M. Ch. Fabry** a étudié les spectres des fluorures alcalino-terreux dans l'arc électrique; ils sont formés par des séries de têtes de bandes. — **M. W. Duane** a déterminé l'ionisation produite par une quantité d'émanation unité dans des conditions données. Les résultats obtenus concordent assez bien avec les prévisions théoriques. — **M. P. Breuil** a trouvé dans un bronze d'aluminium nommé *fortior* un constituant spécial dû à l'effet de la trempe et formé d'aiguilles martensitiques parallèles. — **M. G. Urbain** a purifié la gadoline et a déterminé le poids atomique du gadolinium en transformant le sulfate octohydraté $Gd^2(SO_4)^3 \cdot 8H_2O$ en oxyde Gd^2O_3 . La moyenne des résultats obtenus est de 157,23 ($O = 16$). — **M. L. Wintrebert** a préparé un osmium-nitrite de potassium $Os(AzO^3)^2K^2$, en faisant agir un excès d'azolite de K sur le chlorosmium de même

métal à 80^o . L'osmium-nitrite de Ba, traité par H^2SO_4 , fournit l'acide osmium-nitreux, qui perd des vapeurs nitreuses par concentration et paraît donner le nitrite d'osmium $Os(AzO^3)^2$. — **M. H. Leroux**, en hydrogénant le β -naphthol par la méthode de MM. Sabatier et Senderens, a obtenu le décahydronaphthol- β , Eb. 115^o sous 13 mm., qui est déshydraté par chauffage avec le bisulfate de potassium, en donnant l'octohydrure de naphthalène, Eb. 190^o . — **MM. E. Varenne** et **L. Godefroy**, en traitant l'anéthol bibromé par KOH alcoolique, ont obtenu l'anéthoglycol $CH^3O \cdot C^6H^4 \cdot CHOH \cdot CHOH \cdot CH^3$, Eb. 245^o-250^o , corps jouissant de propriétés antiseptiques et analgésiques.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. Hallion** rappelle qu'il a montré, dans des expériences antérieures à celles de **M. J. Tissot**, l'importance pratique de l'exploration de la pression artérielle pour éviter les accidents de l'anesthésie. — **M. C. Phisalix** a constaté que l'émanation du radium détruit la toxicité des venins des serpents, mais reste à peu près sans action sur ceux de la Salamandre terrestre et du Crapaud commun. — **MM. A. Moutier** et **A. Challamel** montrent que l'emploi de la cage auto-conductrice est préférable à celui du lit condensateur dans le traitement de l'hypertension artérielle. — **M. Marage** a reconnu que la surdité peut être produite par des affections très diverses; à chacune correspond une courbe spéciale d'acuité auditive, dont la forme est caractéristique du siège de la lésion. — **M. Foveau de Courmelles** a constaté que les ovaires, les seins, les ganglions lymphatiques se rétractent et s'atrophient sous l'action des rayons X. — **M. J. Chaine** a reconnu que les muscles polygastriques sont beaucoup plus nombreux qu'on ne le croit et que l'état de polygastricité ne constitue pas une exception dans la constitution des muscles. — **M. L. Bordas** a étudié les glandes salivaires, céphaliques et métathoraciques des Notonectides et des Gerrides. — **M. L. Brasil** a observé l'existence de phénomènes de résorption phagocytaire des éléments reproducteurs dans les vésicules séminales du *Lumbricus herculeus*. — **M. E. A. Martel** montre que les émergences ne méritent le nom de sources que lorsque leurs variations de température sont à peu près nulles, ce qui est l'indice de l'origine véritablement souterraine de leur eau. — **M. L. de Launay** conclut de ses recherches à l'existence d'une formation charbonneuse sénonienne dans les Balkans. — **M. G. D. Hinrichs** a reconnu que les pierres météoriques d'Amama ont le même poids spécifique et contiennent la même proportion de fer à 0,5 % près; elles sont donc des fragments d'une même masse cosmique uniforme.

Séance du 6 Mars 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. G. Darboux** donne l'équation qui définit les familles de surfaces dont les trajectoires orthogonales peuvent avoir un contact du $(n+1)^o$ ordre avec l'intersection de deux surfaces infiniment voisines appartenant à un ensemble de surfaces défini. — **M. L. Lecornu** estime que la loi de Coulomb ne constitue qu'une règle empirique assez grossière; mais les difficultés théoriques qu'elle semble entraîner tiennent uniquement à ce qu'on fait abstraction de l'élasticité des solides naturels. — **M. G. Marié** a étudié les oscillations des véhicules de chemins de fer sur leurs ressorts de suspension. Des ressorts d'une grande flexibilité et d'un frottement relatif assez élevé empêchent les oscillations divergentes verticales. — **M. Driencourt** indique les résultats de la détermination, par transport de temps, des différences de longitude à

Madagascar et à la Réunion. — M. Th. Moreux considère les taches solaires comme des régions surchauffées, où les phénomènes de radiation n'existent plus, en raison précisément de l'intensité calorifique favorisant la dissociation.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. F.-A. Forel communique les observations du cercle de Bishop qui s'est manifesté à la suite de l'éruption de la Montagne Pelée, et qui s'étendent de juillet 1902 à 1904. Le phénomène a duré deux ans; il en avait duré trois après l'éruption du Krakatoa. — M. J. Boussinesq démontre que le carré d'un rayon quelconque de l'onde de Fresnel a pour inverse une fonction linéaire des trois carrés des cosinus directeurs de la vibration correspondante. — M. A. Leduc estime qu'il est impossible de déterminer la densité des gaz avec une précision dépassant le 1/10.000^e. — M. B. Sabat a reconnu que les métaux absorbant les rayons Becquerel et principalement les rayons β transforment une partie de l'énergie de ce rayonnement en énergie calorifique qui, élevant la température des métaux, augmente leur résistance électrique. — M. P. Massoulier montre que l'ionisation intense dont les flammes sont le siège dépend non seulement de leur température, mais encore des réactions qui s'y produisent. — M. S. Turchini a constaté que l'étincelle équivalente d'un tube à rayons X excité par une bobine à grosse self est plus faible que lorsqu'il est excité par une bobine à petite self, et la différence s'accroît à mesure que la fréquence de l'interrupteur devient plus basse. — M. G. Gaillard a déterminé le temps qu'il faut compter pour voir se produire l'opalescence dans les solutions d'hyposulfites lors de la précipitation de ces sels par divers réactifs. — MM. A. Brochet et J. Petit ont observé que le courant à intensité variable provoque la dissolution du platine dans l'acide sulfurique; le courant alternatif n'a pas d'action spécifique. — M. H. Copaux a préparé le nickel et le cobalt à l'état très pur et a déterminé leurs principales propriétés physiques : densité Co 8, 8; Ni 8, 8; point de fusion : Co 1530°; Ni 1470°. — M. L.-J. Simon a étudié l'action du permanganate de potassium sur les sels d'hydroxylamine; ce corps ne peut être utilisé en liqueur acide pour le dosage de l'hydroxylamine par oxydation directe. — M. E.-E. Blaise a constaté que les composés mono-, di- et tri-oxydiques (éthers-oxydes, acétals, ortho-éthers) donnent des combinaisons iodomagnésiennes du même type, renfermant un atome d'oxygène quadrivalent. — M. P. Carré a observé que, sous l'influence de NaOH aqueuse, le groupe AzO² de l'alcool *o*-nitrobenzylique est réduit aux dépens du groupement alcool, qui est oxydé, tandis que, sous l'influence de NaOH alcoolique, AzO² est réduit en partie aux dépens de l'alcool introduit, en partie aux dépens de l'alcool *o*-nitrobenzylique. — MM. A. Haller et F. March, en traitant la méthylhexanone par le benzylate de soude à 220°-225° pendant vingt-quatre heures, ont obtenu un mélange de 1-méthyl-4-benzylcyclohexanol, F. 101°-5-102, et de 1-méthyl-2:4-dibenzylcyclohexanol, Eb. 257°-258° sous 21 millimètres. — MM. M. Piettre et A. Vila ont reconnu que l'oxyhémoglobine cristallisée est sensible, au point de vue spectroscopique, à des substances chimiques regardées généralement comme inactives. Cette sensibilité se manifeste par des variations dans la position de la bande dans le rouge. — MM. E. Boullanger et L. Massol ont constaté que l'action nocive observée par Winogradsky et Oméliansky dans le milieu ordinaire du ferment nitrique provient de AzH³ libre mise en liberté par la dose de 1‰ de carbonate de soude présent. — M. L. Lutz a observé que les amides sont, de tous les corps azotés, les plus assimilables; les amines occupent le second rang et les nitriles le troisième. — MM. E. Charabot et G. Laloue étudient les répartitions successives de l'estragol et des composés terpéniques entre les divers organes d'une plante annuelle. — M. H. Lagatu indique un mode de représentation uniforme graphique des documents que four-

nit l'analyse physico-chimique des terres arables.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. J. Tissot montre que, pendant l'anesthésie avec des mélanges titrés de chloroforme, il ne peut s'établir d'équilibre de tension de vapeur entre le sang et le mélange anesthésique, parce que cet équilibre correspond pour le sang à une dose de chloroforme qui dépasse la dose mortelle. — MM. H. Lamy et A. Mayer ont reconnu qu'au cours de la polyurie qui suit l'injection intra-veineuse de sucre, les cellules rénales vivantes accomplissent un travail à la fois actif et électif. — M. H. Carré a observé que l'inoculation à un animal neuf du sang défibriné d'un animal atteint de la maladie des jeunes chiens lui donne de la fièvre, du coryza et des pustules; ce même sang, ensemencé en différents milieux, ne donne aucune culture. — MM. E.-L. Bouvier et G. Seurat décrivent un nouveau crabe, l'*Eumelon couvictor*, qui vit dans un commensalisme étroit avec un oursin du genre *Echinothrix*. — M. I. Borcea a constaté que, chez les Elasmobranches, le rein acquiert dans son développement une métamérie secondaire par rapport à la métamérie primaire des canaux segmentaires. — M. H. Coutière décrit une forme de phanères propres aux *Pandalidæ*; elles affectent la forme d'écaillés lancéolées, lisses et planes, très minces et très caduques, se recouvrant partiellement. — M. Pacaut a observé diverses anomalies de l'amitose dans les épithéliums de revêtement des Mammifères. — M. G. Delacroix établit la distinction entre la rouille blanche du tabac et la nielle ou mosaïque. Ces deux maladies sont toujours plus accentuées dans les années humides. La rouille blanche est due à une bactérie qu'il appelle *Bacillus maculicola*. — M. P. Lemoine a modifié et complété la coupe du Haut-Atlas dans la région du Glaoui (Maroc). — M. H. Mansuy a examiné les fossiles rapportés du Yunnan par la Mission Lantenois. Cet examen confirme les analogies reconnues antérieurement entre les faunes primaire et secondaire de la région indo-chinoise et les faunes synchroniques de l'Inde et de l'Asie centrale.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 28 Février 1905.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la Division de Physique et Chimie médicales et de Pharmacie. MM. Jolyet (de Bordeaux) et Massol (de Montpellier) sont élus.

M. Fournier montre que la paralysie générale est l'un des accidents éloignés les plus fréquents de l'infection syphilitique; elle commence à entrer en scène vers la sixième année et atteint un fort maximum vers la dixième année après la contamination. L'unique sauvegarde du sujet syphilitique contre cette maladie réside dans un traitement antisiphilitique mercuriel méthodiquement institué et très longuement poursuivi.

Séance du 7 Mars 1905.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants nationaux dans la Division de Chirurgie. MM. Fontan (de Toulon) et Malherbe (de Nantes) sont élus.

M. Raymond se range à l'avis de M. Fournier en ce qui concerne les rapports de la syphilis avec la paralysie générale et insiste sur l'importance du traitement spécifique prolongé. — M. A. Joffroy estime, au contraire, que la syphilis n'est pas la cause efficiente de la paralysie générale, et que le traitement mercuriel n'est ni préventif, ni curatif de cette affection.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 25 Février 1905.

M. Er. Gérard montre que l'apparition du colibacille dans la bile diminue la teneur de ce liquide en sels biliaires, lesquels ne sont plus en suffisante quantité pour dissoudre la cholestérine, qui se dépose et devient l'amorce d'un calcul. — M. J. J. Vassal a trouvé chez

un écureuil de l'Annam un hématozoaire endoglobulaire pigmenté appartenant au genre *Haemanceba*. — **M. Ch. Féré** a reconnu que les formes et les objets qui se déplacent peuvent, par le mécanisme du regard, provoquer de l'activité ou de l'impotence générales qui conditionnent le plaisir ou la peine. — **M. G. R. d'Altonnes** est parvenu à deviner, même contre la volonté, des pensées abstraites et cachées par un procédé d'inscription de mouvements involontaires de la main. — **MM. R. Parhon** et **J. Papinian** ont étudié les altérations des neurofibrilles dans la pellagre; elles marchent parallèlement à celles des corpuscules de Nissl. — **M. H. Cristiani** a constaté que, pour qu'il y ait reconstitution et évolution progressive de la greffe thyroïdienne, il est nécessaire que l'organisme sente un besoin de fonction thyroïdienne, provenant de l'absence, de la maladie ou de l'insuffisance de la glande thyroïde. — **MM. Borrel** et **Marchoux** ont étudié une maladie des poules, transmise par les *Argas* et qui constitue une spirillose typique; l'infection n'est obtenue qu'à partir d'une certaine température (30°). — **M. C. Jardim** a observé que le métavanadate de soude est un agent susceptible d'empêcher l'assimilation, et exerçant une action fâcheuse sur la désassimilation. — **M. N. Lobo** a constaté que le persulfate de soude nuit à l'assimilation; il s'oppose au processus normal de la désintégration des albuminoïdes, qui demeure incomplet. — **M. C. Phisalix**: Influence de l'émanation du radium sur la toxicité des venins (voir p. 288). — **MM. P. Bar** et **Daunay** ont reconnu qu'il y a tendance à la polyurie chez la femme arrivée à la fin de la grossesse normale et soumise à un régime fixe. — **M. G. Billard** a observé que la tension superficielle de l'urine des herbivores est faible, parce qu'elle contient normalement des sels biliaires. D'autre part, le chlorure de sodium ajouté aux urines des ictériques abaisse leur tension superficielle; cette réaction fait défaut avec les urines non ictériques. — **MM. Widal** et **Rostaine** ont constaté que, dans le sang des hémoglobinuriques, en dehors des crises comme pendant les crises, existe une insuffisance de l'antisensibilisatrice par rapport à la ou aux sensibilisatrices existantes. — **M. L. Ambard** a pratiqué sur lui le régime hypochloruré pendant cinquante et un jours; l'élimination chlorurée a été très régulière; elle a baissé sous l'influence de l'ingestion de sulfate de soude. — **M. André Mayer** a observé que le rapport Δ/NaCl n'est pas constant chez l'homme sain; il dépend de la richesse de l'alimentation en chlorure de sodium. — **M. Deyrolle** indique l'habitat de quelques Crustacés décapodes et phyllopes fluviaux de Tunisie.

M. M. Caullery est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 4 Mars 1905.

M. P. Bonnier a observé qu'autant il est exceptionnel de trouver un trouble oculo-moteur provoqué par un trouble visuel, oculaire, autant il est fréquent de le trouver sous la dépendance d'un trouble vestibulaire, auriculaire. — **M. J. Renault** considère les grains N accessoires comme de simples pièces fibrillaires de perfectionnement de la pièce fibrillaire principale, dont la constitution intime paraît identique à la leur propre. — **MM. H. Cristiani** et **G. de Michelis** présentent un appareil simple à barbottage pour la détermination rapide de CO_2 de l'air. — **M. Cazalbou** a observé sur deux chevaux ayant séjourné en Guinée une infection due au *Trypanosoma dimorphon*. — **MM. J. Roger** et **Greffulhe** ont observé en Algérie, sur des chevaux, une trypanosomiase qui se rapproche beaucoup du surra. — **MM. Widal** et **Rostaine**, en injectant à un hémoglobinurique un sérum antisensibilisateur spécifique, ont empêché l'apparition de l'hémoglobine dans l'urine que le refroidissement provoque chez un tel sujet. — **M. Ch. Dopter** a reconnu que les paralysies qui surviennent chez les animaux au cours de la dysenterie expérimentale sont d'origine centrale; elle doivent être rapportées à une polyomyélite antérieure. — **MM. G. Billard** et **F. Bellet** ont observé une torsion

de l'extrémité des grands os d'un des membres inférieurs causée par l'impotence fonctionnelle du membre symétrique. — **MM. G. Billard** et **Perrin** ont constaté que l'acide hippurique dans les urines fraîches ne donne pas la réaction d'abaissement de tension superficielle. — **MM. Morel** et **Ch. André** ont reconnu que la substance excrétée par les tubes contournés des reins de grenouille est bien l'acide urique ou un corps très voisin. — **MM. P. Bar** et **Daunay** ont observé une diminution de l'extrait sec urinaire à la fin de la grossesse normale. — **M. G. Seillière** montre l'existence, dans le suc gastro-intestinal de l'escargot, d'une diastase hydrolysant le xylane du bois avec production d'un pentose. — **M. C. França** a étudié les lésions de la rage chez les Muridés: il y a hypertrophie plus ou moins accentuée des neurofibrilles. — **M. Maurel** a constaté que ce sont les températures comprises entre 29° et 32° qui, en général, donnent une sensation indifférente sur la peau. — **M. D. Voïnov** estime que la glande interstitielle a un rôle de défense génitale. — **M. M. Kuckuck** a fait diverses expériences sur le déterminisme du sexe, d'où il lui semble résulter que l'individu possédant le plus d'énergie vitale au moment de la fécondation donne son sexe au fœtus. — **M. P. Abrieu** conteste l'existence de mouvements browniens à l'intérieur du protoplasme vivant. — **M. J. Chevalier** a constaté que l'acide protocétrarique agit sur la tunique musculaire de l'estomac et de l'intestin en produisant un effet antiémétique assez intense. — **M. O. Goebel** a observé que les globules de mouton, émulsionnés dans une solution salée, ne s'agglutinent jamais en présence du venin de cobra. Les globules lavés dans une solution sucrée sont, au contraire, agglutinés et hémolysés par le venin. — **M^{me} J. Gatin-Gruzewska** a reconnu que, quand la teneur du foie en glycogène augmente, il se produit une diminution correspondante de la teneur en substances albuminoïdes. — **MM. Couvreur** et **Chevrotier** ont constaté que le réflexe conjonctivo-respiratoire, consistant dans la possibilité de ramener la respiration arrêtée par l'irritation de la conjonctive, a pour voie centripète la branche ophtalmique du trijumeau, pour centre la région des tubercules quadrijumeaux et pour voie centrifuge le phrénique. — **MM. M. Doyon** et **Petitjean** ont étudié les lésions hépatiques et les modifications de la coagulabilité du sang provoquées par l'injection de sérum hépatotoxique. — **MM. M. Doyon**, **A. Morel** et **N. Kareff** montrent que l'incoagulabilité provoquée par l'atropine injectée dans une veine mésaraïque ne résulte pas d'une modification dans la teneur du sang en fibrinogène. — **M. G. Loisel** estime que le facteur le plus puissant de la télégonie consiste dans l'imprégnation de l'organisme femelle par l'absorption de la partie du sperme non utilisée dans l'acte reproducteur.

REUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 21 Février 1905.

M. A. Billet indique l'aire de dispersion de l'*Anopheles Chaudoyei* en Algérie et en Tunisie. On le trouve surtout dans les oasis du sud. — **M. L. Bordas** donne la description des organes reproducteurs de la Nèpe cendrée. — **M. A. Briot** a reconnu que les glandes salivaires postérieures des Céphalopodes sécrètent un suc qui exerce une action paralysante immédiate sur les Crustacés et leur permet de s'emparer facilement de ceux-ci. Ce venin n'agit pas sur le cœur, car ce dernier continue à battre.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Mars 1905.

M. Ch. Nordmann: Enregistrement continu de l'ionisation atmosphérique. L'auteur, après avoir rappelé les travaux antérieurs faits par **M. Langevin** et par lui-même sur la question, décrit le dispositif suivant, qui paraît fournir une solution simple du problème de

l'enregistrement des ions atmosphériques (problème que la méthode d'Elster et Geitel et celle d'Ebert ne permettaient pas de résoudre), et qui, contrairement au dispositif de M. Langevin, ne comporte ni mouvement d'horlogerie, ni complications mécaniques d'aucune sorte et fournit un enregistrement absolument ininterrompu. L'air atmosphérique étudié passe dans un condensateur cylindrique dont l'armature externe est reliée à une pile de charge suffisante pour produire le courant de saturation. L'armature interne isolée est reliée d'une part à l'une des paires de quadrants d'un électromètre Curie amorti, dont l'autre paire est au sol, l'aiguille étant chargée; cette armature est reliée d'autre part à un récipient métallique isolé, contenant un liquide conducteur (de l'eau par exemple), et qui, constitué en vase de Mariotte, fournit, par un orifice capillaire d'une disposition spéciale placé à sa partie inférieure, un écoulement régulier de n gouttes de rayon r par seconde. Celles-ci tombent dans une cuvette métallique reliée au sol, et, comme chacune d'elles emporte une charge égale à rE (E étant à ce moment le potentiel de l'armature intérieure du condensateur cylindrique), il s'ensuit que l'écoulement liquide enlève chaque seconde à celle-ci une charge égale à nrV . Sous l'influence du champ produit entre elle et l'armature externe, cette armature interne reçoit, d'autre part, par seconde, une charge Q due aux ions de l'air étudié, et qui, pour une valeur donnée du courant gazeux (dont le débit est donné par un anémographe) est proportionnelle au degré d'ionisation de cet air. Si C est la capacité du système isolé « armature interne-vase de Mariotte », l'augmentation de charge de ce système dans un temps dt est égale à la charge fournie par le gaz ionisé, diminuée de celle qu'emporte l'écoulement liquide, ce qu'exprime la relation : $CdE = Qdt - nrVdt$. Dans la pratique, et conformément au calcul, l'équilibre s'établit au bout d'un temps très court entre la charge Q apportée par les ions et le courant de décharge nrV par unité de temps, de sorte que $E = Q/nr$. Les déviations de l'électromètre, enregistrées en fonction du temps sur un cylindre photographique à fente horizontale, sont donc sans cesse proportionnelles au nombre des ions par unité de volume de l'air étudié. Avec un électromètre donné, la sensibilité de l'appareil est d'autant plus grande que E est plus grand pour une valeur donnée de Q . Il suffit, pour régler l'appareil et modifier sa sensibilité, de soulever ou d'enfoncer le tube qui passe dans le bouchon du vase de Mariotte; on modifie, par là même, à volonté la vitesse d'écoulement, c'est-à-dire la valeur de nr . La seule précaution pour que l'écoulement soit constant est de placer le vase de Mariotte dans un endroit où les variations de température ne dépassent pas une dizaine de degrés. M. Nordmann signale, en terminant, une application simple de l'appareil précédent, qui permet de réaliser facilement une méthode de zéro pour les mesures de radioactivité. — M. A. Guéhard, après avoir passé en revue, sur ses anciens phototypes, les nombreux cas de *silhouettage* observés, soit dans ses expériences de 1903 sur l'*inversion*, soit dans ses recherches de 1890 sur l'*auréole photographique* (improprement dite *halo*), croit pouvoir conclure que, si la formation d'une ligne noire, entre plages d'impressions très différentes, ne se manifeste réellement jamais, comme il l'a dit, que comme phase intermédiaire (amphitype) de l'inversion de surpose ou de surdéveloppement, sans dépendre directement d'aucune des circonstances particulières que lui assignait pour causes M. P. Villard, elle n'a pas davantage pour cause première, ainsi que tendait à le faire croire une observation déjà discutée (*Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1441) de M. Colson (*Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 471), certains phénomènes de diffusion à l'intérieur du bain, pendant le développement, mais bien ceux de diffusion lumineuse à l'intérieur de la couche sensible pendant l'impression elle-même. — M. P. Curie, après avoir rappelé que, parmi les diverses théories émises pour expliquer les propriétés

des corps radioactifs, l'hypothèse qui consiste à admettre la désagrégation des atomes de ces corps et la transmutation des éléments se présente aujourd'hui comme la plus vraisemblable et se trouve actuellement admise par un grand nombre de physiciens et de chimistes, entretient la Société des recherches qu'il a faites en collaboration avec M. Danne sur les lois de la disparition de la radioactivité induite par l'émanation du radium. On laisse un corps solide pendant longtemps (plusieurs jours, par exemple) s'activer en présence de l'émanation du radium et l'on étudie ensuite la manière dont il se désactive à l'air libre. L'intensité du rayonnement est donnée, en fonction du temps, par la différence de deux exponentielles (en négligeant toutefois ce qui se passe pendant les cinq premières minutes). On a (1) $I = I_0 [Ke^{-ct} - (K-1)e^{-bt}]$, avec $b = 0,000,538$; $c = 0,000,413$; $K = 4,2$, le temps étant exprimé en secondes, I_0 étant le rayonnement initial. On explique convenablement les phénomènes en admettant que l'émanation, pendant tout le temps qu'elle agit, crée avec une vitesse constante une première substance radioactive B, qui se désagrège spontanément suivant une loi exponentielle : $dB/dt = -bB$, et $B = B_0 e^{-bt}$, b étant un coefficient caractérisant la vitesse de la désagrégation de la substance. La substance B, en se désagrégant, se transforme en une deuxième substance radioactive C, qui se désagrège à son tour et disparaît, si elle était seule, suivant une loi exponentielle : $C = C_0 e^{-ct}$, c étant un coefficient caractéristique. Mais, comme la substance C est entretenue par la substance B, elle varie en réalité suivant une loi plus complexe. Quand on soustrait le corps solide à l'action de l'émanation, les substances B et C existent sur sa surface dans une certaine proportion. Cette proportion varie en fonction du temps et, si l'on admet que le rayonnement produit par C en se désagrégant est plus important que celui produit par la quantité correspondante de B, on trouve que le rayonnement est donné par la différence de deux exponentielles, c'est-à-dire par une formule de même forme que l'équation (1). Dans le cas particulier où B n'émet pas de rayons et où C rayonne seule, la théorie indique que l'on doit avoir :

$$K = \frac{b}{b-c} = \frac{0,000,413}{0,000,538 - 0,000,413} = 4,13;$$

l'expérience ayant donné 4,2 pour K, on voit que l'on peut admettre que la substance C rayonne seule. On ne s'est aperçu de cette relation entre les coefficients que plusieurs mois après leur publication. On peut chercher suivant quelle loi s'active un corps solide à partir du moment où il est mis brusquement en contact avec un volume d'air renfermant une proportion constante d'émanation. On trouve par expérience, conformément aux indications de la théorie, que la loi suivant laquelle le rayonnement du corps I tend vers sa finale I_0 est la même que la loi de décroissance de l'activité d'un corps soustrait à l'action de l'émanation. On a, en effet, alors : (2) $I_0 - I = I_0 [Ke^{-ct} - (K-1)e^{-bt}]$ avec les mêmes constantes que précédemment. Enfin, dans le cas où un corps a été soumis à l'action de l'émanation pendant un temps relativement court, la loi de désactivation à l'air libre devient très complexe. On trouve, par exemple, pour une durée d'activation de cinq minutes, que le rayonnement pendant la désactivation décroît d'abord avec une très grande rapidité; au bout de quelques minutes, l'intensité du rayonnement passe par un minimum et se met ensuite à augmenter; au bout de trente minutes, le rayonnement passe par un maximum, puis il décroît et finit par s'éteindre suivant la loi exponentielle simple correspondant au coefficient $c = 0,000,413$. On ne peut expliquer ces phénomènes complexes dans l'hypothèse de deux substances seulement. On parvient, au contraire, à tout expliquer en supposant sur les corps activés trois substances A, B, C, caractérisées par les coefficients

d'exponentielle $a=0,004.01$, $b=0,000.538$, $c=0,000.413$. La substance A est créée directement par l'émanation; elle disparaît rapidement : la quantité de A baisse de moitié en 2,9 minutes (sa vie moyenne est de 4,3 minutes). La substance A, en se désagrégant, donne naissance à la substance B, laquelle, quand elle est seule, se détruit spontanément avec baisse de moitié en 21 minutes (vie moyenne de B : 33 minutes). La substance C est entretenue par B et se détruirait, si elle était seule, avec baisse de moitié en 28 minutes (vie moyenne de C : 39 minutes). Les substances A et C rayonnent et ionisent l'air, B ne rayonne pas. M. Victor Henri remarque : 1° La loi de décomposition de l'émanation trouvée par M. Curie étant une loi exponentielle, si cette décomposition se produit d'après les mêmes lois que celles des réactions chimiques ordinaires, il en résulterait que la décomposition de l'émanation est une réaction monomoléculaire, c'est-à-dire dans laquelle une molécule du corps se décompose. Cette conclusion élimine donc toutes les hypothèses de polymérisation d'après lesquelles plusieurs molécules de l'émanation se combindraient pour faire apparaître un corps nouveau; 2° L'hypothèse de M. Curie relative à la production de deux réactions successives : émanations \rightarrow corps B et corps B \rightarrow corps C, qui se produisent toutes les deux suivant des lois exponentielles, peut être rapprochée de certaines études expérimentales faites en Chimie physique sur des réactions successives (par exemple : hydrolyse du raffinose), dans lesquelles on a pu vérifier expérimentalement l'exactitude de la loi de la réaction totale représentée par une différence de deux exponentielles, c'est-à-dire précisément de la forme de celle qui exprime la décomposition de l'émanation. — M. l'abbé Varin présente une *soupage à mercure pour les trompes à eau*. L'appareil est tout entier en verre. Dans une ampoule à moitié pleine de mercure pénètrent : 1° En bas, un tube venant de la trompe à eau, terminé par une partie recourbée s'ouvrant tout près de la paroi de l'ampoule, à quelques millimètres au-dessus de la surface du mercure; 2° En haut, un tube de 85 centimètres de hauteur, relié aux appareils à vider, terminé dans l'ampoule par une pointe plongeant dans le mercure. Quand la canalisation est à la hauteur de la trompe, on peut prolonger le tube ascendant par un tube descendant qui ramène son extrémité un peu au-dessus de l'ampoule. Si l'on fait le vide dans l'ampoule avec la trompe à eau, l'air des appareils y arrive par la pointe et se rend à la trompe. La pression de l'eau qui alimente la trompe vient-elle à diminuer, ou même à cesser brusquement, l'eau de la trompe reflue dans l'ampoule, avec ou sans air, et fait monter le mercure dans le tube vertical, qui se trouve ainsi fermé et intercepte toute communication avec les appareils à vider. Quand de nouveau la trompe fonctionne, l'eau de l'ampoule y retourne, sauf la couche de quelques millimètres comprise entre la surface du mercure et l'ouverture du tube C; en même temps, le mercure baisse dans E. On facilite le retour de l'eau en plaçant la trompe en contre-bas de la soupage. Dans ces conditions, la soupage fonctionne de façon tout à fait satisfaisante en n'augmentant guère que de 2 ou 3 millimètres de mercure la pression résiduelle. — M. Devaux-Charbonnel propose une nouvelle méthode pour la mesure de la capacité des longs câbles sous-marins. Les câbles sous-marins télégraphiques sont essentiellement des condensateurs. Ils se composent d'un conducteur central isolé par un diélectrique, la gutta-percha, et protégé par une couche de fils de fer jointifs. Pendant la transmission, le conducteur est relié à une pile, dont un pôle est à la terre; l'armure, en contact avec l'eau de mer, est maintenue au potentiel du sol. Le câble constitue donc un condensateur cylindrique, dont la capacité serait fixe et bien déterminée si le diélectrique était de l'air. Malgré l'hétérogénéité que présente toujours la gutta, cette condition est néanmoins réalisée, au moins dans les conditions

d'emploi des câbles. Les voltages ne sont jamais supérieurs à 50 volts, le nombre des signaux est toujours voisin de 10 par seconde, de sorte que les forces électromotrices sont toujours faibles, ainsi que la fréquence des courants. La capacité est donc une quantité qui reste constante pendant les différentes phases des transmissions. La détermination exacte de sa valeur est du plus grand intérêt. En général, la mesure d'une capacité C se ramène à celle de la quantité d'électricité Q que prend un condensateur quand on le charge avec une force électromotrice E. On a, par définition, $Q=CE$. Pour les câbles, la mesure de Q est difficile, parce que le phénomène de la charge n'est pas instantané. L'auteur propose la méthode suivante : charger en même temps que le câble un condensateur C_1 de comparaison disposé en cascade. Le temps de charge est considérablement réduit. La charge est quatre fois plus rapide; elle est complète à 8 dix-millièmes près au bout de 0,8CR, c'est-à-dire au bout de 5 à 6 secondes dans les cas les plus défavorables. A ce moment, on a l'égalité : $C_1(E-V)=CV$. Il suffit de supprimer la liaison du câble C et du condensateur C_1 et de relier ce dernier à la terre pour qu'il prenne instantanément un complément de charge : $Q'=C_1V$, qu'on mesure au moyen d'un galvanomètre balistique. On mesure de même la quantité $C_1E=Q_1$. On en déduit C par la formule simple :

$$C = C_1 \frac{Q_1 - Q'}{Q'}$$

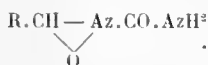
Les phénomènes d'absorption, les pertes légères dues à l'imperfection de l'isolement n'affectent pas la méthode. En opérant successivement avec les pôles positif et négatif de la pile, on élimine très facilement les erreurs dues aux variations du potentiel du sol tout le long du câble. Voici la série des résultats obtenus le 8 février dernier sur le câble de Brest à Dakar : 1120, 1100, 1116, 1104, 1100, 1116 microfarads. Les résultats sont assez concordants pour qu'on puisse admettre que la moyenne 1109 microfarads est exacte à 2 ou 3 microfarads près. La moyenne d'un plus grand nombre de mesures serait encore plus exacte. La capacité déduite des mesures effectuées en usine sur les différentes sections est de 1050 μ . Les résultats obtenus tendent à confirmer cette hypothèse, qui n'a pas encore été nettement vérifiée, que les fortes pressions, atteignant 500 kilogrammes, auxquelles le câble est soumis dans les grandes profondeurs, en diminuant l'épaisseur du diélectrique, ont pour effet d'augmenter sa capacité.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

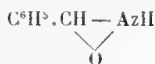
Séance du 24 Février 1905.

M. A. Trillat expose les nouveaux résultats obtenus en dosant la formaldéhyde dans les produits gazeux des combustions courantes : ils démontrent, une fois de plus, que cette aldéhyde se forme dans un grand nombre de circonstances. Les suies de cheminées en contiennent parfois plusieurs grammes par kilogramme, à l'état polymérisé. La présence de la formaldéhyde dans l'air ambiant des cités en est donc une conséquence. La combustion incomplète du sucre et des matières sucrées est une véritable source d'aldéhyde formique : il en est de même de celle des baies de genièvre, de l'encens et d'autres utilisées anciennement comme agents d'assainissement. Cette notion de la présence, parfois considérable, de la formaldéhyde dans les fumées explique leur rôle dans diverses circonstances, comme celle de la fumaison de la viande et celle de leur emploi pour désodoriser, grâce à la propriété de l'aldéhyde méthylique de donner des combinaisons inodores. — MM. A. Brochet et J. Petit, se basant sur ce que le platine se dissout dans l'acide sulfurique sous l'influence du courant à intensité variable, ce qui n'a pas lieu avec le courant continu ordinaire, établissent qu'avec le courant alternatif la dissolution

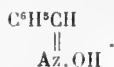
en présence d'oxydant est due également à la variation du courant, l'action de l'oxydant se bornant, du fait de sa propre réduction, à empêcher la précipitation du platine. Le plomb se dissout dans l'acide sulfurique par un processus tout différent: il y a formation de peroxyde, lequel se trouve partiellement réduit et donne du sulfate qui, à forte densité de courant et à froid, n'est pas réduit, se détache et tombe, en même temps que l'hydrogène correspondant se dégage. Si on élève la température ou si l'on diminue la densité de courant, il n'y a pas formation de sulfate, pas d'hydrogène; la réduction est totale. Les électrodes se recouvrent alors de plomb spongieux, tandis qu'elles restent brillantes dans l'autre cas. MM. Brochet et Petit indiquent également que l'oxydation de l'acide formique, des formiates, de l'acide oxalique, se fait très bien avec le courant alternatif; le rendement varie de 50 à 80 % suivant le corps employé, avec une densité de courant de 1 ampère par centimètre carré. — M. E. Roux expose ses recherches sur la transformation de l'amylo-cellulose en amidon par réversion de cette substance, et la formation d'amidons artificiels par l'action de l'eau surchauffée à 155°. — M. L. Simon entretient la Société de ses recherches sur le dosage de l'hydroxylamine et de ses sels au moyen du permanganate de potassium. — M. A. Conduché a étudié l'action de l'oxyurée sur les aldéhydes. L'oxyurée de Francesconi et Parrozzani, ou, ce qui revient au même, le mélange aqueux de cyanate de potassium et de chlorhydrate d'hydroxylamine, réagit sur les aldéhydes aromatiques en donnant des corps de la forme :



Dans le cas de l'aldéhyde benzylque, le corps obtenu fond à 125°. Ce corps, traité par l'acide chlorhydrique, donne, suivant les conditions, du benzonitrile ou de la benzamide; réduit par l'amalgame d'aluminium, il donne la benzylurée; traité par la potasse aqueuse ou alcoolique, il donne du cyanate ou ses produits de décomposition et la β -benzaldoxime. Comme, dans ce dernier cas, aucun agent d'isomérisation n'a agi, on peut en déduire un argument pour une formule de la β -benzaldoxime :



plutôt que pour une formule purement stéréochimique :



SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 19 Janvier 1903.

M. A. W. Campbell : *Nouvelles études histologiques sur la localisation de la fonction cérébrale. Les cerveaux de Felis, Canis et Sus comparés avec celui de l'Homme.* Cette addition au travail sur la localisation cérébrale, présenté par le même auteur à la Société Royale en novembre 1903, a pour but d'élucider certaines analogies fonctionnelles obscures et certaines homologies structurales concernant le cerveau. L'auteur conclut que la stabilité du plan architectural d'un champ donné quelconque du cortex est reliée directement à l'âge phylogénique de ce cortex et à l'importance, comme moyen de survivance, de la fonction qu'il dessert; et que, tandis que le cerveau humain s'est développé d'une façon plus marquée dans quelques parties que dans d'autres, cette expansion, si l'on en excepte les aires visuelles et olfactives, a été générale en l'espèce. — M. M. Hartog a réalisé un appareil approprié à l'étude de la section axiale des champs produits par les pôles isolés d'une force dualistique. Il a ainsi observé la formation de chaînes de force dans

un milieu visqueux, qui constituent un type distinct de configuration matérielle. Il se base sur ce phénomène pour expliquer la figure des fuseaux achromatiques, qu'il attribue à l'existence d'une force dualistique dans la cellule en division. — M. H. G. Plimmer : *Les effets comparatifs des Trypanosomes de la fièvre de Gambie et de la maladie du sommeil sur les rats.* Les organismes qui ont servi aux expériences avaient été donnés à l'auteur de ce Mémoire par le colonel Bruce et ils provenaient de singes auxquels on avait respectivement inoculé en Afrique ces affections, de sorte que, lorsque l'auteur commença ses expériences, chaque organisme avait passé par un singe, et tous se trouvaient, par conséquent, dans des conditions semblables. Les rats inoculés avec le Trypanosome de la fièvre de Gambie ont vécu environ deux mois et demi; les Trypanosomes étaient présents dans le sang quatre semaines environ après l'inoculation jusqu'à la mort. Les organismes étaient présents dans le sang et dans tous les organes *post mortem*; la rate avait beaucoup grossi et le foie et les rognons étaient congestionnés. Les glandes lymphatiques étaient hypertrophiées. Les rats inoculés avec le Trypanosome de la maladie du sommeil vécurent sans aucun symptôme pendant une période de six à neuf mois, puis ils devinrent paralysés, d'abord de la jambe gauche de derrière, puis de l'autre, et ils moururent en l'espace de deux à huit semaines après que la paraplégie fut complète, ayant vécu ainsi de onze à douze mois. A aucune période, on n'a trouvé de Trypanosomes dans le sang, ni *post mortem* dans les viscères ou les glandes. Mais il s'en trouvait en petite quantité dans la moelle épinière, et l'inoculation de la moelle à d'autres rats a produit des symptômes similaires, tandis que l'inoculation des organes a été négative. On a trouvé dans les sections de la moelle épinière des formes amiboïdes et adultes de Trypanosome, ainsi que les lésions que le Dr Mott a découvertes dans le système nerveux de l'homme dans les cas de maladie du sommeil, c'est-à-dire une exsudation cellulaire considérable autour des vaisseaux. On ne trouve pas ces lésions chez les singes; chez ceux-ci, les organismes se généralisent et ne se localisent pas dans le système nerveux comme chez les rats. Ces expériences tendent à démontrer que les organismes associés à la fièvre de Gambie et à la maladie du sommeil, que quelques-uns supposent être une même affection à différents degrés, ont des effets entièrement distincts et qu'ils se distinguent aussi morphologiquement; que le Trypanosome de la maladie du sommeil peut être inoculé à des rats, ce qui avait été nié; et qu'il y a une grande ressemblance dans les lésions produites dans les systèmes nerveux de l'homme et des rats et dans la localisation de la maladie dans le système nerveux. D'après les expériences faites, il semble qu'une double infection soit possible, et qu'elle se produise vraisemblablement dans ces maladies. — MM. W. Bulloch et E. E. Atkin : *La nature de l'action opsonique du sérum sanguin.* Les expériences des auteurs les ont conduits aux résultats suivants : 1° L'opsonine est présente dans le sérum normal; 2° Elle est thermolabile; 3° Elle disparaît rapidement du sérum quand ce dernier est mêlé avec des bactéries à 37° C. ou à 0° C.; 4° Après que l'opsonine s'est unie avec les bactéries, le mélange de sérum et de cocci peut être chauffé à 60° C. pendant longtemps sans que l'effet opsonique soit aboli; 5° Le leucocyte est pratiquement un facteur indifférent quand on compare le pouvoir phagocytaire de différents sangs; 6° La capacité des émulsions bactériennes pour extraire l'opsonine du sérum n'est diminuée que faiblement quand on soumet ces émulsions à des températures très élevées pendant des périodes prolongées; 7° L'action de la chaleur est de détruire l'opsonine et non pas surtout de la convertir en une modification non opsonisable; 8° L'opsonine n'est identique avec aucun des anti-corps découverts jusqu'à présent dans le sérum; 9° L'opsonine est d'une constitution relativement simple.

Séance du 26 Janvier 1905.

M. G. Forbes communique quelques recherches de *balistique extérieure*. Les mires de canons sont toujours marquées pour des conditions types de vitesse initiale et de densité de l'air. Quand celles-ci changent, les mires doivent être corrigées. L'auteur trouve par la théorie que, si la densité de l'air augmente m fois et si la portée est diminuée m fois, l'élévation et le temps de la trajectoire doivent être diminués m fois, et empiriquement que, jusqu'à 10° d'élévation (10.000 yards pour un canon de 42 pouces), l'élévation varie très approximativement comme l'inverse de la vitesse initiale élevée au carré. — **M. Frank Horton** : *Sur le module de rigidité torsionnelle des fibres de quartz et son coefficient de température*. Pour cette recherche, l'auteur a employé la méthode dynamique, et il a divisé son étude en trois parties : 1° Détermination de la valeur absolue du module de torsion ; 2° Variation du module entre 15° C. et 100° C. ; 3° Variation du module entre 20° C. et 1.000° C. Les rayons des fibres employées ont été déterminés en mesurant leurs circonférences ; on enroule les fibres entre deux tubes capillaires de verre fin et on compte le nombre de révolutions exécutées en parcourant une distance de 5 millimètres. Au moyen de cette méthode, on a mesuré des fibres d'un diamètre de 0,001 centimètre à 0,01 % près. Dans la seconde partie des recherches, l'auteur a chauffé le manchon entourant la fibre en utilisant les vapeurs de divers liquides bouillant sous la pression atmosphérique. Il a trouvé que le module de rigidité augmente comme une fonction linéaire de la température, mais les valeurs du coefficient de température du module obtenues avec des fibres différentes varient considérablement. Durant les expériences entre 20° C. et 1.000° C., les fibres étaient suspendues à l'intérieur d'un tube de platine qui était chauffé électriquement. L'auteur a trouvé que le module de rigidité augmente avec la température, tout d'abord comme une fonction linéaire de cette température ; mais, à mesure que la température s'élève, le degré d'accroissement diminue graduellement, et l'on observe une rigidité maximum à environ 880° C. Le point dépassé, la rigidité diminue très rapidement avec une augmentation de température. — **MM. M. W. Travers** et **A. G. C. Gwyer** ont comparé l'échelle de température du thermomètre de platine avec l'échelle normale à des températures allant de -190° C. à 444° . Ils concluent qu'il est possible d'appliquer la formule parabolique de Callendar et Griffiths à la recalculon des différences entre l'échelle de platine et celle du thermomètre à gaz. — **M. C. Niven** : *Sur une méthode pour trouver la conductivité calorifique*. La première partie du Mémoire contient une description détaillée des méthodes employées pour trouver la différence de température, et une description de l'appareil employé. Il renferme aussi les résultats de quelques expériences faites avec cet appareil, lesquels sont comparés avec ceux trouvés par d'autres savants. Dans la seconde partie, l'auteur donne la solution du problème mathématique de la diffusion de la chaleur dans un solide infini à partir d'une ligne le long de laquelle elle est fournie à une vitesse constante, et la solution de quelques autres questions connexes. Un résultat de cette étude suggère une méthode pour trouver la diffusivité directement, lorsque la substance occupe une étendue suffisamment grande. — **M. S. D. Chalmers** : *La théorie des objectifs optiques symétriques*. Dans les objectifs photographiques consistant en deux lentilles semblables symétriques par rapport à un point central, la partie postérieure est généralement corrigée pour les aberrations sphérique et chromatique, l'astigmatisme et la courbure du champ pour les objets éloignés, et ainsi tout le système est parfaitement corrigé pour l'unité de grossissement. Dans ce Mémoire, l'auteur discute les aberrations pour les objets éloignés. Dans la première partie, il avait prouvé que, en première approximation, les défauts ci-dessus men-

tionnés sont corrigés dans tout le système lorsqu'ils sont corrigés dans le système simple. Au moyen de constructions géométriques, symétriques par rapport à l'axe et au point central, l'auteur étend ces résultats à des systèmes pratiques. Les tracés de rayons parallèles, incidents sur le système combiné, sont obtenus d'après ceux de deux séries de rayons parallèles incidents sur le système simple. Les aberrations du système combiné sont exprimées en termes du système simple avec de faibles erreurs, négligeables dans les systèmes pratiques, dues à ce que l'image du point est imparfaite.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 24 Février 1905.

M. C. V. Drysdale donne une exposition systématique de la méthode d'enseignement de l'Optique élémentaire qui lui a paru la plus simple et la plus naturelle : c'est la méthode des courbures. — **M. R. J. Sowter** présente et décrit l'appareil à disque coloré du Dr Meisling, spécialement destiné à déterminer la cécité pour les couleurs. — **M. J. Schofield** expose une méthode illustrant les lois du pendule simple. Un pendule est pourvu à son extrémité inférieure d'un étroit châssis horizontal portant des fils transverses verticaux. Pendant les oscillations du pendule, ces fils interceptent un jet de mercure, et des signaux de temps sont envoyés à l'appareil enregistreur d'un chronographe. Les distances entre les fils étant connues, elles donnent avec les mesures de temps une courbe « temps-déplacement » du mouvement. On peut en déduire par les méthodes usuelles les courbes cinématiques et les équations du système mobile. Le même principe peut être appliqué au pendule de torsion.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 15 Février 1905.

M. F. D. Chattaway étudie les dérivés nitrohalogénés des diamines aliphatiques, tels que l'éthylène-tétra-chlorodiamine $\text{Cl}^2\text{Az.CH}_2\text{.CH}_2\text{.AzCl}^2$, liquide stable émettant des vapeurs très irritantes. — **MM. J. T. Hewitt** et **H. V. Mitchell** ont étudié l'action de l'acide nitrique dilué et d'un mélange d'acides nitrique et sulfurique concentrés sur les trois nitrobenzèneazophénols. Dans les deux cas, la substitution a lieu en ortho par rapport à l'hydroxyle. Les *o*-, *m*-, *p*- nitrobenzèneazo-*o*-nitrophenols fondent respectivement à 187° , 179° et 212° . — **M. Ch. Proctor** décrit une méthode pour le dosage de la saccharine. — **M. Th. Ed. Thorpe** a examiné les changements que peut produire le développement de bactéries dans le lait dans la quantité de graisses et de solides non gras ; ils sont si minimes qu'ils n'affectent guère les résultats de l'analyse, fait qui a une grande importance pour la recherche des adultérations dans le lait aigri. — **M. A. Th. de Mouillipied** a étudié la condensation des éthers anilindiacétiques, soit seuls, soit en présence de benzaldéhyde ou d'oxalate d'éthyle, au moyen de l'éthylate de sodium. — **M. D. Mc Intosh** a obtenu à basse température des composés définis entre les substances organiques oxygénées et les halogènes, tels que : CH^3OBr , F. — 55° ; $\text{C}^2\text{H}^5\text{OBr}$, F. — 64° ; $(\text{C}^2\text{H}^5)_2\text{OCl}^2$, F. — 54° ; $(\text{CH}^3)_2\text{OBr}^2$, F. — 68° ; $(\text{CH}^3)_2\text{COCl}^2$, F. — 58° ; $\text{CH}^3\text{CO}^2(\text{C}^2\text{H}^5)\text{Cl}^2$, F. — 64° ; etc... Ces substances sont formées avec dégagement d'une petite quantité de chaleur ; elles ont un point de fusion défini et cristallisent en aiguilles ou en prismes. — **M. F. S. Kipping** a préparé le phényléthylpropylchlorosilicane $\text{Si}(\text{C}^2\text{H}^5)(\text{C}^6\text{H}^5)\text{Cl}$ par action du bromure de propylmagnésium sur le phényléthyl-dichlorosilicane ; c'est un liquide bouillant à 255° . Traité par le méthylure de Mg, il fournit le phénylméthyléthylpropylsilicane, Eb. 229° - 231° , qui est décomposé par H_2SO^4 en donnant le méthyléthylpropylsilicol $\text{Si}(\text{CH}^3)(\text{C}^2\text{H}^5)(\text{C}^6\text{H}^5)\text{OH}$ et du benzène. L'auteur a préparé par des moyens analogues : le phénylbenzylé-

thylpropylsilicane, Eb. 249°-31°; le benzyléthylchlorosilicane, Eb. 168°-170°, le benzyléthylpropylchlorosilicane, Eb. 194°-196; etc. — **MM. R. de J. F. Struthers** et **J. E. Marsh** ont constaté que le composé mercurique $\text{HgC}^2\text{Az}^2.2(\text{AzH}^2.\text{AzH}^2.\text{C}^2\text{H}^2)$ agit sur une plaque photographique, même à travers une feuille de papier, en formant une épaisse tache noire au développement; il agit également à une certaine distance de la plaque, à travers une feuille d'aluminium. Les constituants de ce composé ont été essayés séparément. L'action de la phénylhydrazine est plus faible et plus diffuse que celle du composé; le cyanure de mercure est tantôt actif, tantôt inactif. On a reconnu que d'autres sels de mercure sont également actifs dans certaines conditions.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION CANADIENNE

Séance du 26 Février 1903.

M. J. M. Neil : La récupération de l'étain des vieux fers blancs (voir p. 244).

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 13 Janvier 1903.

M. J. H. Lester présente ses recherches sur la détermination de l'humidité de la pulpe de bois. Cette détermination est rendue difficile par le fait que, dans une balle de pulpe, l'humidité n'est pas répartie uniformément, le centre étant plus sec que la périphérie. La question primordiale consiste donc dans un bon échantillonnage.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 25 Novembre 1904.

M. Ph. Schidrowitz montre l'importance de l'établissement d'étalons de pureté pour les liqueurs fermentées et distillées, servant de base à la recherche des falsifications, et indique les grandes lignes pour l'établissement de ces types.

Séance du 20 Janvier 1903.

MM. E. C. Worden et **J. Motion** ont déterminé la composition des solutions qu'ils emploient dans l'analyse volumétrique au moyen de leur densité, mesurée au picnomètre. Les résultats sont très exacts, comme le montrent des déterminations comparatives, faites par la méthode gravimétrique. Les auteurs donnent, en particulier, des tables pour les acides sulfurique, chlorhydrique, oxalique. — **M. M. L. Griffin** présente quelques considérations sur les meilleures méthodes pour recueillir les prises d'essai destinées à l'analyse.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 25 Janvier 1903.

M. F. J. R. Carulla propose certaines modifications à apporter aux wagons-réservoirs pour le transport du goudron de houille et des liqueurs de la fabrication du gaz d'éclairage, dans le but d'en réduire l'usure. — **MM. G. J. Ward** et **A. H. Longden** montrent qu'il est probable que la vitrification du fer est due à la présence du composé SiFe^2 , produit à haute température en présence d'une scorie acide, et que, dans ces conditions, il y a tendance pour le soufre à se combiner avec le fer fondu. — **M. M. C. Lamb** a déterminé la quantité de matières minérales contenues dans les feuilles de sumac. Pour le *Rhus coriaria*, la moyenne est de 5,89 % de cendres; il y a peu de cendres dans le pétiole et beaucoup dans les nervures des feuilles. Dans les feuilles de *Tamarix africana* et de *Pistacia lentiscus*, qui servent à falsifier le sumac, il y a, en moyenne, 10 % et 6,8 % de cendres.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 31 Janvier 1903.

MM. R. R. Tatlock et **R. T. Thomson** proposent une nouvelle méthode pour la détermination de faibles quantités de brome et de chlore dans l'iode. A 5 ou 10 grammes de l'échantillon, on ajoute 50 ou 100 cc. d'eau et du zinc en poudre ou en petits granules, jusqu'à ce que tout l'iode soit converti en iodure de zinc. La solution est filtrée et on y ajoute 3,5 ou 7 grammes de nitrite de soude. Puis on acidifie exactement avec de l'acide sulfurique dilué, qui précipite tout l'iode; on le sépare par filtration. S'il en reste quelques traces, on les enlève par le benzène. Dans la solution, Br et Cl sont précipités par le nitrate d'argent; on filtre sur un filtre pesé. On fait alors couler lentement sur le filtre 100 cc. d'une solution ammoniacale de nitrate d'argent; tout le chlorure d'argent est dissous, et le bromure reste sur le filtre.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 19 Janvier 1903.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. V. Conrad** a reconnu, par des observations faites sur le Sonnblick, que la valeur de la dispersion de l'électricité atmosphérique dans l'air qui entoure un sommet dépend surtout de l'échange d'air vertical entre l'air des vallées, pauvre en ions, et l'air des hauteurs, riche en ions. — **M. F. Emich** a déterminé la densité de l'anhydride carbonique à 2.000° C. en le laissant s'écouler, alternativement avec de l'azote, de l'extrémité étroite d'un tube en iridium vernissé chauffé électriquement et en mesurant le carré des rapports des temps d'écoulement. Les chiffres obtenus sont à peu près les mêmes qu'aux températures ordinaires, d'où l'on déduit que les rapports des densités sont à peu près constants. — **M. J. Donau**, en faisant passer de l'oxyde de carbone dans des solutions d'or diluées, a obtenu une coloration pourpre, due à la formation d'or colloïdal; ces solutions sont identiques comme propriétés à celles de Zsigmondy. — **MM. K. Lesch** et **A. Michel**, en oxydant par le permanganate l'isobutyrate d'octoglycol, ont obtenu un acide monobasique $\text{C}^4\text{H}^2\text{O}^3$, F. 79°, qui est dédoublé, par ébullition avec KOH diluée, en acide isobutyrique et en un acide $\text{C}^8\text{H}^4\text{O}^4$, donnant une lactone, F. 66°-67°. — **M. F. Bock**, en diazotant l'anthraxalloyamide par le nitrite d'amyle en solution alcoolique acide, a obtenu un diazoanhydride $\text{C}^4\text{H}^4\text{O}^2(\text{OH}).\text{Az}^2\text{O}$, dont la réduction par SnCl^2 conduit à la xanthopurpurine, F. 270°. La méthylation de cette dioxyanthraquinone fournit deux éthers monométhyliques tautomères. — **MM. H. Meyer** et **O. Hönigschmid** ont confirmé pour la caryophylline la formule $\text{C}^{40}\text{H}^{60}\text{O}^4$. Cette substance donne : un dérivé tétracétylé, F. 268°-271°; un dérivé monométhylé, F. 187°; un dérivé monométhylé triacétylé, F. 212°-213°. Par oxydation avec l'acide nitrique, elle semble fournir un acide $\text{C}^{40}\text{H}^{60}\text{O}^{12}$, dont l'éther tétraméthylé fond à 164°-165°.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. F. Werner** présente les résultats de son expédition zoologique en Egypte et au Soudan égyptien relatifs à la faune des Orthoptères; elle comprend environ 105 genres, dont 8 nouveaux. — **MM. A. Kreidl** et **J. Regen** présentent leurs recherches physiologiques sur la stridulation du *Gryllus campestris*. La hauteur du ton émis par le grillon a été déterminée par enregistrement phonographique; c'est en moyenne le ut³. Par l'examen stroboscopique des mouvements des ailes, on a reconnu que les élytres se meuvent en avant et en arrière 6 à 8 fois par seconde. Des 131 à 138 plaques vibrantes qui se trouvent sur chaque rayon, dans la plupart des cas il y en a au moins 131 qui sont touchées dans la stridulation. — **M. H. Molisch** a repris l'étude de la question de la luminescence des œufs de poule et des pommes de terre. En Allemagne, on désigne sous le nom de *sooleiern* des œufs

qui, après avoir été cuits, sont placés dans l'eau salée afin de les conserver plus longtemps; il n'est pas rare que de tels œufs deviennent phosphorescents. L'auteur montre que ces œufs acquièrent cette propriété lorsque, dans l'espace où ils ont été conservés, ils ont été infectés avec les bactéries phosphorescentes de la viande de boucherie. Or, il est très fréquent que, dans les garde-manger, les œufs soient en contact avec de la viande, ce qui explique la possibilité de l'infection. Il en est de même pour les pommes de terre bouillies.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Janvier et Février 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. V. Volterra** rappelle que **M. Weingarten**, dans une Note sur la théorie de l'élasticité, a reconnu qu'il peut arriver qu'un corps élastique, sans subir aucune action extérieure, se trouve dans un état de tension qui varie continuellement et régulièrement de point à point. C'est le cas d'un anneau, dans lequel on a coupé une mince tranche transversale, et dont on a soudé ensuite les deux bouts. **M. Volterra**, à son tour, discute la question de savoir si, en plus des anneaux et d'autres corps qui occupent des espaces plusieurs fois connexes, on peut rencontrer des corps simplement connexes qui se trouvent dans les conditions précédentes. **M. Volterra**, dans deux Notes, donne la démonstration de plusieurs théorèmes relatifs à ces questions. — **M. E. Millosevich** donne communication de ses observations sur la nouvelle comète Borrelly. — M^{lle} **J. Cipolla** s'occupe du nombre des points d'une courbe algébrique de genre p , et démontre qu'il est possible de réduire, plus encore que ne l'ont fait Hurwitz et Segre, le nombre de ces points. — **M. M. Abraham** : Application de la méthode de Riemann à l'intégration des équations différentielles de la théorie des électrons. — **M. L. Orlando** s'occupe de l'intégration de Δ , entre deux plans parallèles, et dans une deuxième Note étudie quelques fonctions auxiliaires. — **M. G. Lauricella** : Sur les dérivées de la fonction potentielle de la double couche. — **M. O. Tedone** : Sur le problème de l'équilibre élastique d'un ellipsoïde de rotation. — **M. T. Levi-Civita** a entrepris la recherche des solutions particulières des systèmes différentiels.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. L. Puccianti** transmet la description de ses recherches sur les spectres d'incandescence de l'iode et du brome. Il résulte de ces expériences que les vapeurs de ces deux corps fortement réchauffés émettent des radiations lumineuses que l'on doit attribuer à la température seulement, et présentent un spectre de bandes dont les spectres connus sont les inverses. L'observation directe et la photographie de ces spectres demandent des soins particuliers, pour éviter de les considérer comme spectres continus. — **M. Artom** communique les résultats obtenus dans les dernières expériences exécutées avec son système de télégraphie sans fil, qui utilise les rayons de force électrique elliptiques ou circulaires. Avec ce système, on a l'avantage d'engendrer un champ électromagnétique d'une grande intensité dans une direction donnée, de pouvoir profiter des propriétés de la syntonie perfectionnée par **M. Marconi**, et enfin de pouvoir recueillir facilement, à l'aide de récepteurs aériens particuliers, les rayons dans la direction qu'ils suivent. — **M. C. Chistoni** donne l'ensemble des mesures pyréliométriques exécutées à l'aide de l'actinomètre de Violle, en 1900 et 1901, à l'Observatoire géophysique de Modène. — **M. E. Teglio** présente le résumé de ses observations sur les seiches qui se produisent dans le lac de Garde, et qu'il a étudiées avec un limnographe de Sarrasin, à Desenzano,

à l'extrémité sud de l'axe longitudinal du lac. Il semble que les seiches du lac de Garde soient plus fréquentes pendant les périodes de fortes perturbations atmosphériques, et même de phénomènes sismiques. — **M. G. Gallo**, ayant déterminé l'équivalent électrochimique du tellure, en recourant à la méthode de Faraday, a trouvé un poids atomique de 127,6 qui s'accorde parfaitement avec les dernières recherches. — **MM. I. Bellucci** et **D. Venditori** ont préparé les sels de Roussin, sur les indications de Powel, et donnent l'analyse des nitrosulfures ainsi obtenus. — **MM. C. Ulpiani** et **C. A. Rodano** ont soumis l'éther cyanomalonique à l'électrolyse, obtenant un produit solide, cristallisé en rombes, insoluble dans les alcalis et dont le poids moléculaire est double de celui de l'éther. — **MM. G. Plancher** et **G. Barbieri** décrivent une méthode pour la préparation électrolytique du nitrate cérique-ammonique, composé dont on fait un large usage dans la fabrication des sels purs de cérium, pour l'industrie des manchons Auer. — Avec la collaboration de **M. C. Ravenna**, **M. Plancher** a exécuté l'oxydation du pyrrol en imide maléique, et il parle du produit obtenu. — **M. B. Oddo** a étudié l'action du chlorure de sulfuryle sur les combinaisons organo-magnésiennes mixtes. — **M. F. Giolitti** applique la méthode proposée par Böttger, et qui se rattache à l'usage de l'électromètre comme indicateur dans l'alcalimétrie et dans l'acidimétrie, pour résoudre le problème de la basicité normale des periodates alcalins, reconnaissant ainsi la bibasicité de l'acide periodique. — **MM. G. Bruni** et **E. Tornani** ont fait des recherches sur les picrates et sur d'autres produits d'addition de composés non saturés. — **M. G. Guglielmo** envoie la description de quelques appareils simples pour l'exacte vérification de l'heure. — **M. R. Perotti** a reconnu que la tourbe peut servir à la transformation de la cyanamide en composés ammoniacaux, transformation utilisable pour la fertilisation des terrains.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. F. Millosevich** décrit quelques formes nouvelles et un nouveau type cristallin qu'il a reconnu dans un échantillon d'anatase de la Binnenthal; ces cristaux présentent une double coloration en jaune plus ou moins foncé. — **M. L. Fantappiè** transmet une étude cristallographique du péridote qui se trouve dans les terrains volcaniques près de Viterbe. — **M. E. Traina** a trouvé des cristaux d'anglésite dans les géodes de quelques échantillons de galène des gisements métallifères de la province de Messine, et il en présente la description et les mesures. — **M. C. F. Parona** ajoute des nouvelles observations à son travail sur la faune des calcaires avec ellipsoactinides de Capri, qui confirment la présence du type titonien dans cette île. — **M. E. Clerici**, ayant pu étudier les matériaux recueillis dans un sondage près de Rome, examine la nature des terrains rencontrés par la sonde, et les fossiles qui s'y trouvent renfermés. — **M. R. Perotti** a trouvé une nouvelle manière d'isoler les micro-organismes de la nitrification en recourant à des plaques de carbonate de magnésie qu'on laisse longtemps immergées dans le liquide nutritif. — **M. V. Peglioni** s'occupe d'une maladie qui attaque l'*Evonymus japonica*, plante largement cultivée dans les jardins; cette maladie est produite par un *oidium*. **M. Peglioni** décrit les particularités de résistance de ce parasite, que l'on peut combattre avec avantage en recourant au sulfate de cuivre et aux administrations de nitrate de soude aux terrains où se trouvent les plantes malades.

ERNEST MANCINI.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Génie civil

L'attache des rails aux traverses de chemin de fer. — On se rend facilement compte de l'importance que peut avoir, au point de vue de la sécurité des voyageurs, un mode d'attache inébranlable des rails aux traverses de chemin de fer. En France, où l'on emploie presque exclusivement des traverses en bois, des tire-fond vissés dans la matière ligneuse maintiennent le rail soit directement, leur chapeau venant serrer le patin, soit par l'intermédiaire de coussinets avec coins. Au moment du passage des trains, les traverses subissent une série de compressions momentanées, suivies de relèvements plus ou moins brusques d'après le bourrage du ballast; de plus, dans les courbes, elles sont soumises à une chasse latérale. Ces mouvements répétés, agissant dans des directions diverses, tendent à desserrer les tire-fond et à détériorer leur logement, et ce fâcheux effet, qui, naturellement, se produit plus vite avec les bois tendres qu'avec les bois durs, nécessite une surveillance et un entretien constants.

En vue d'éviter cette dislocation rapide du logement du tire-fond dans la traverse, et pour obtenir un serrage du rail d'aussi longue durée que possible, on a eu l'idée, il y a quelques années, d'introduire dans la traverse, à l'endroit du tire-fond, une cheville en bois dur taillée debout, à pans ou filetée, qu'on enfonce comme un coin ou qu'on visse dans la cavité ménagée à cet effet et dans laquelle on vient ensuite visser le tire-fond lui-même. C'est le *trenail* anglais, mais son application ne s'est guère répandue en raison des nombreux inconvénients qu'elle entraîne. Il est difficile, en effet, au trenail de supporter le serrage, les filets du tire-fond agissant comme un alésoir, et, s'il semble résister à l'arrachement continu suivant l'axe du tire-fond, il n'en est pas de même lorsqu'il est soumis à des efforts par secousses qui mâchent les fibres du bois. De plus, la pose en est coûteuse, difficile à régler et impossible sans déplacement de la traverse.

Pour obvier à ces difficultés, M. Thiollier, ingénieur, a proposé l'emploi de sa garniture métallique, et les nombreux essais qu'en font actuellement la plupart des grandes Compagnies, en France et à l'Étranger, sont

en train de prouver la réalité absolue des avantages annoncés par l'inventeur : qu'on s'imagine une hélice d'acier à section ovale, d'un pas égal à celui du tire-fond, dont le diamètre intérieur est sensiblement le même que celui du noyau de ce tire-fond et qu'on incorpore à l'endroit où viendra se placer le tire-fond, dans une alvéole découpée préalablement dans la traverse au moyen d'un taraud tranchant; si l'on vient visser le tire-fond sur cette garniture et ensuite serrer, on comprend immédiatement que, par le contact du chapeau du tire-fond avec le rail ou avec le coussinet, la garniture augmentera de diamètre en s'appliquant contre son logement, s'encastuera dans les filets du tire-fond et fonctionnera comme un véritable ressort, s'opposant à tout desserrage spontané. Les facilités de la pose sont considérables : on peut exécuter le travail sans déplacer les traverses et, par conséquent, en pleine exploitation. Enfin, on se rend très bien compte, par la description qui précède, que le prix de revient d'une attache de ce genre, fabriquée en série, est très faible et se réduit à quelques centimes.

On a adressé certains reproches à l'attache métallique : on a dit que la garniture s'oxydait sous l'action du tannin du bois et de l'eau coulant le long du tire-fond. On peut remarquer qu'il suffit de plonger la garniture dans le goudron avant la pose pour l'isoler complètement aussi bien de la traverse que du tire-fond. Quelle supériorité à ce point de vue sur le trenail en bois, susceptible de se fendre sous l'effort du serrage, de s'aléser au contact des tire-fond ébréchés et de se prêter ainsi, en présence de l'humidité, à la végétation des champignons qui désorganisent les fibres du bois : on injecte, il est vrai, le trenail à la créosote; mais, même dans ces conditions, cette cheville de petite masse, ajoutée après coup et n'ayant pas le même retrait que la traverse, joue bientôt le rôle d'un nœud dans le bois et la décomposition ne s'en produit guère moins rapidement. On a pu vérifier l'exactitude de ces faits dans les parties de voies souterraines, et notamment au Métropolitain de Paris, où l'on considère de plus en plus l'attache Thiollier comme un moyen très efficace pour obtenir une voie stable, d'une pose facile et d'un entretien peu coûteux. Et puis, dans un autre ordre d'idées, n'est-ce pas là la solution qui

permettra aux Compagnies de généraliser davantage l'emploi des bois tendres pour traverses et la réutilisation des vieilles traverses hors de service?

Emile Demenge,
Ingénieur métallurgiste.

§ 2. — Physique

Recherches sur la loi de Draper. — Dans un récent numéro de *Il Nuovo Cimento* (nov. 1904), M. A. Amerio publie les résultats d'intéressantes recherches qu'il vient de faire sur la loi dite de Draper.

Cette loi, on le sait, a été énoncée par M. J. W. Draper, en 1847, sous la forme suivante : *Tous les corps solides, et probablement aussi tous les métaux en fusion, deviennent lumineux, c'est-à-dire commencent à émettre un rayonnement propre, à une même température, qui est la température de la chaleur rouge et qui, d'après M. Draper, tomberait aux environs de 525° C.*

La loi fut invoquée, dans la suite, par M. Kirchhoff pour soutenir sa théorie sur la relation entre les pouvoirs d'absorption et d'émission.

Comme le fait voir l'auteur, d'autres physiciens, tels que Davy et Daniell, ont formulé cette même loi bien avant Draper, mais en attribuant à la température du rouge des valeurs différentes. Cette question a même été traitée, en détail, dès 1784, par Thomas Wedgwood, d'après lequel la température en question serait de 508° centigrades.

Comme, toutefois, certaines investigations entreprises après les expériences de Draper faisaient entrevoir un désaccord avec la loi susmentionnée, l'auteur vient d'exécuter une série très complète d'expériences pour vérifier cette loi; voici les principaux résultats qu'il trouve :

1° La loi dite de Draper est inexacte;
2° Les corps possédant un rayonnement dépendant de leur température deviennent lumineux à des températures qui sont d'autant plus basses que leur pouvoir d'émission est plus grand;

3° Le pouvoir d'émission apparent dépendant de la température des substances ambiantes, la température de luminosité peut être variée en modifiant cette dernière. Comme, toutefois, les variations du pouvoir d'émission par rapport aux ondes lumineuses restent tout à fait inappréciables jusqu'à 300°, les chiffres trouvés par l'auteur peuvent être regardés comme représentatifs des températures auxquelles les métaux en question deviendraient lumineux dans l'espace libre, même dans le cas où ce dernier serait au zéro absolu. La variation du pouvoir d'émission au milieu ambiant peut, cependant, se faire sentir dans le cas des petites longueurs d'onde et des basses températures;

4° Les expériences faites par l'auteur sur une sphère de laiton chauffée ne suffisent point à décider si le spectre d'un corps renferme toute la série des radiations ou si, au contraire, les longueurs les plus petites ne se produisent que graduellement et à mesure que la température s'accroît. Mais ces mêmes expériences font bien voir qu'avant même de devenir lumineux, les corps présentent dans leur spectre quelques radiations visibles, mais dont l'intensité est au-dessous de la limite de sensibilité de l'œil, et qui ne peuvent être observées que grâce à une superposition appropriée.

Le Spectroscopie à vision directe de Blakesley à une seule espèce de verre. — Dans le spectroscopie à vision directe ordinaire, tel que l'a imaginé Amici, on dispose, l'un à la suite de l'autre, un certain nombre de systèmes de deux prismes, l'un de flint, l'autre de crown.

M. Blakesley a imaginé un spectroscopie à vision directe ne comprenant que des prismes du même verre et basé sur le principe fondamental suivant :

Considérons la formule générale :

$$\sin \frac{A+d}{2} = \mu \sin \frac{A}{2},$$

dans laquelle A est l'angle de réfraction du prisme, d la déviation minima, μ l'indice de réfraction.

Si l'angle A est tel que la déviation d lui soit égale, on a :

$$\mu = 2 \cos \frac{A}{2}.$$

μ étant donné (c'est-à-dire le verre étant choisi), le rayon qui doit être transmis étant également donné, c'est en partant de cette formule qu'il faut construire l'angle de réfraction.

L'appareil comprend : le collimateur, quatre prismes, le télescope (fig. 1).

Le collimateur et les deux premiers prismes forment un système rigide; les deux autres prismes, un second système; nous supposons, pour le raisonnement, que le premier prisme en forme réellement deux, comme l'indique la figure accessoire (AC — C'B).

L'angle de réfraction doit être égal à l'angle de déviation minimum; le rayon du collimateur doit donc tomber sur le prisme en faisant un angle droit avec la face par laquelle le rayon émerge; le rayon, émergent, est perpendiculaire au côté AC sur lequel a lieu l'incidence; ce rayon est reçu sur un prisme isocèle obtusangle dont la base BC' est parallèle au rayon; le rayon cd émergent de ce second prisme sera à angle droit sur la face AC

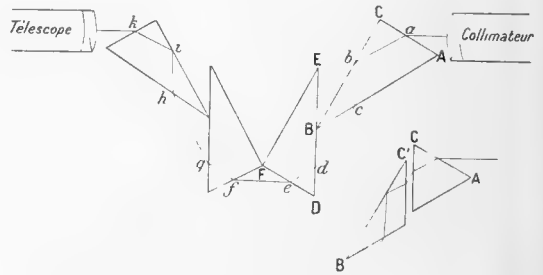


Fig. 1. — Disposition des prismes et marche des rayons dans le spectroscopie à vision directe de M. Blakesley.

sur laquelle a eu lieu la première incidence. D'autres rayons subiront les mêmes déviations et pourront recevoir une seconde dispersion par un prisme DEF de même angle que le premier, mais dont le sommet E soit tourné de façon que le rayon considéré en premier lieu soit parallèle à sa direction primitive.

Le télescope pourrait avoir été placé de façon à recevoir les rayons qui émergent en e (*abedefghik* est le trajet d'un rayon). C'est en le plaçant de telle sorte qu'il reçoive les rayons sortant de k que l'on obtient un spectre non dévié, mais plus ou moins dispersé.

Si un rayon lumineux autre que le rayon choisi en premier lieu tombe au centre du champ, il est clair qu'il passe encore symétriquement à travers les quatre prismes, donc avec la déviation minima, bien que le rayon ne soit pas parallèle à sa direction primitive entre le second et le troisième prisme.

Sur la figure, les prismes 2 et 3 ont été représentés de la même forme que le 1^{er} et le 4^e; un de leur côté n'étant pas employé, ils peuvent être, en pratique, écourtés.

Grâce à la qualité du verre, la vision est excellente de A en H : la ligne F correspond très approximativement au rayon choisi; la dispersion entre A et G est de 18°20'.

§ 3. — Chimie

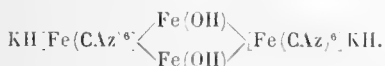
La constitution des combinaisons ferrocyaniques bleues. — On sait que l'action des sels de fer sur les ferrocyanures donne lieu à la précipitation de substances d'un beau bleu, quelquefois violacé, solubles ou insolubles, auxquelles on a donné les noms de bleu de Prusse, bleu de Turnbull, bleu ou violet de Williamson, et sur la constitution desquelles il règne

encore quelque obscurité. MM. K.-A. Hofmann, O. Heine et F. Höchtlen¹ viennent de se livrer, au Laboratoire de Chimie dépendant de l'Académie Royale des Sciences de Munich, à une étude approfondie de tous ces composés, et les résultats de leurs recherches semblent jeter une lumière à peu près définitive sur la question controversée de la constitution des combinaisons ferrocyaniques bleues. Voici, d'ailleurs, les principales conclusions auxquelles ils sont arrivés :

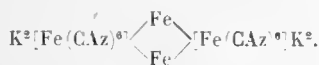
1° Le *bleu de Prusse soluble*, que l'on prépare par l'action du ferrocyanure de potassium (1 mol.) sur un sel ferrique (moins de 1 mol.), est bien, comme Skrapu l'avait déjà indiqué, identique au *bleu de Turnbull soluble*, qui se forme par l'action du ferricyanure de potassium (1 mol.) sur un sel ferreux (moins de 1 mol.). Les deux composés constituent le sel double de fer (ferrique) et de potassium de l'acide ferrocyanhydrique et renferment de l'eau qui ne peut être chassée sans décomposition; la formule qui rend compte de ces faits et concorde avec les analyses est : $[\text{Fe}(\text{CAz})^6\text{KH}^2] \cdot \text{FeOH}^2$;

2° Le *bleu de Prusse insoluble*, que l'on obtient par l'action du ferrocyanure de potassium sur un excès de sel ferrique ou sur un mélange de sels ferrique et ferreux, est identique avec le *bleu de Turnbull insoluble*, préparé par l'action du ferricyanure de potassium sur un excès de sel ferreux et lavé complètement en présence de l'air. Les précipités obtenus à chaud en présence d'acide libre sont des mélanges complexes; mais, à 45°, sans excès d'acide, il se forme toujours le sel ferrique de l'acide ferrocyanhydrique, $\text{Fe}^7(\text{CAz})^{18} + 40\text{H}^2\text{O}$, dans lequel l'eau résiste à tous les moyens de dessiccation, ce qui montre que c'est de l'eau de constitution :

3° Lorsqu'on prépare l'acide cyanhydrique par ébullition du ferrocyanure de potassium avec l'acide sulfurique, il reste un résidu qui se colore peu à peu en bleu. Ce résidu n'est pas identique avec le précipité qui se forme à la température ordinaire par réaction du ferrocyanure de potassium sur un sel ferreux. Celui-ci s'oxyde, suivant les proportions du mélange, en bleu de Prusse soluble ou insoluble; celui-là n'est oxydé que partiellement à l'air, mais il l'est totalement par l'eau oxygénée en donnant le *violet de Williamson*. Ce corps possède une composition identique à celle du bleu de Berlin soluble, jusqu'à la teneur en eau, mais il doit vraisemblablement être considéré comme un polymère, de formule :



L'eau qu'il renferme ne peut être éliminée par dessiccation. Le résidu de la préparation de l'acide cyanhydrique serait le sel ferreux correspondant :



Le violet de Williamson se distingue du bleu de Prusse par sa stabilité relativement élevée vis-à-vis des alcalis dilués;

4° Les substances bleues ou violettes mentionnées précédemment se produisent également aux dépens du mélange de ferricyanure de potassium et de sel ferrique après réduction par l'eau oxygénée. Il résulte de ce fait, ainsi que de la stabilité de ces substances vis-à-vis de ce réactif, que toutes renferment le complexe ferrocyanique lié au fer ferrique, et que l'hypothèse, adoptée jusqu'à aujourd'hui, de l'existence de complexes ferricyaniques et d'atomes ferreux situés en dehors des radicaux n'est plus admissible.

§ 4. — Physiologie

Rôle des muscles spinaux dans la marche chez l'homme. — Les muscles qui s'insèrent sur la colonne vertébrale, le bassin et le thorax, jouent un rôle important dans l'équilibre du corps pendant la marche. L'action de ces muscles a été étudiée, autrefois, par Gerdy et, plus récemment, par Paul Richer, Dubois-Raymond. M. H. Lamy a fait une analyse plus minutieuse encore de leur rôle aux différents moments de la marche², qu'il explique comme suit :

Les muscles spinaux (sacro-lombaire et long dorsal) se contractent énergiquement à chaque pas dans la marche normale sur un plan horizontal. Cette contraction est unilatérale et se produit du côté du membre inférieur oscillant; elle passe alternativement d'un côté à l'autre comme l'oscillation elle-même. Elle débute à l'instant précis où le talon du membre portant vient rencontrer le sol. C'est une contraction soudaine, brusque, se produisant à la façon d'un réflexe qui serait provoqué par le contact du pied opposé avec le sol. Elle dure tout le temps de l'oscillation de la jambe. On peut la sentir en plaçant soi-même pendant la marche les mains sur la région lombaire. La chronophotographie la révèle nettement.

Cette contraction, dans la marche, est liée, non à la progression, mais à la translation du poids du corps d'un pied sur l'autre; elle se produit sous la même forme aussi bien dans l'oscillation sur place que dans la marche en avant.

Son rôle, dans la marche, est d'assurer l'équilibration latérale du tronc; elle s'oppose à l'inflexion latérale de la colonne vertébrale du côté où porte le poids du corps, et au déplacement de la verticale passant par le centre de gravité du corps en dehors du pied portant sur le sol.

La contraction unilatérale de la masse sacro-lombaire s'accuse par un changement d'aspect caractéristique dans la configuration des reliefs musculaires du dos : à tel point qu'à la simple inspection de ces régions, chez les individus maigres et musclés, on peut reconnaître quel est le côté sur lequel porte le poids du corps, soit dans la marche, soit dans l'oscillation sur place.

§ 5. — Sciences médicales

Type infantile du gigantisme. — On a pu voir dans cette *Revue* quelles étaient les idées actuelles sur le gigantisme². MM. Brissaud et Henry Meige ont mis en évidence les liens de parenté qui unissent le gigantisme à l'acromégalie. Le gigantisme doit être considéré comme une maladie de la croissance; liée à une hyperactivité des cartilages juxta-épiphyseaires de conjugaison et à la persistance anormale de ces cartilages après l'époque de la majorité, où normalement ils disparaissent. L'acromégalie est une affection liée, elle aussi, à un trouble de l'ostéogenèse, mais qui ne se produit qu'après la disparition des cartilages de conjugaison et qui se traduit, non par une augmentation en longueur de tout le squelette, mais par un accroissement des « extrémités des os et des os des extrémités », suivant la formule de M. P. Marie, auquel est due la connaissance de l'acromégalie.

Chez certains sujets, le trouble ostéogénique se manifeste d'abord par le gigantisme; puis, lorsque les cartilages de conjugaison ont disparu, par l'acromégalie. C'est le *type acromégalique* du gigantisme. Chez d'autres, les cartilages de conjugaison persistent au-delà du terme normal; la croissance en longueur peut donc se poursuivre; on a affaire alors au *type infantile* du gigantisme. C'est un nouvel exemple de ce genre

¹ *Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière*, numéro 1, 1903.

² E. FEINDEL : Le Gigantisme chez l'homme (*Revue Générale des Sciences*, 28 février 1904).

¹ *Liebigs Annalen der Chemie*, t. CCCXXXVII, n° 1, p. 1-36.

que MM. Brissaud et Henry Meige ont présenté à la Société de Neurologie de Paris (Janvier 1905). Le sujet en question, bien qu'il fût âgé de trente ans, présentait les signes extérieurs de l'infantilisme : absence de poils, conformation un peu féminine; sa mentalité était aussi enfantine. Cependant, on remarquait chez lui l'ébauche de quelques déformations acromégaliqes. L'examen radiographique a fait voir que les soudures épiphysaires étaient en voie de disparition. Il s'agit donc d'un géant qui, après avoir présenté le type infantile, tend à se rapprocher du type acromégaliqes.

Il est intéressant de noter la coexistence, dans la famille de ce malade, d'un certain nombre d'anomalies corporelles : le gigantisme chez un ascendant, l'obésité chez une sœur, une longévité anormale chez d'autres membres de la famille, ainsi qu'une fécondité excessive accompagnée d'une grande léthalité. On trouve ainsi rapprochées une série d'anomalies évolutives de l'individu et de l'espèce.

§ 6. — Enseignement et Sociétés

Au Muséum d'Histoire naturelle. — Le Ministre de l'Instruction publique est venu récemment au Muséum inaugurer la vitrine des grands carnassiers quaternaires, offerte par M. Edmond de Rothschild. Cette vitrine, dont la *Revue* a déjà parlé, renferme une véritable ménagerie d'animaux quaternaires contre lesquels nos ancêtres préhistoriques ont eu à lutter : il s'y trouve, en effet, les squelettes de trois ours, de trois lions, d'une hyène et d'un loup des cavernes.

Ces squelettes ont des attitudes variées, comme à l'état de vie. C'est dire que leur reconstitution a été une besogne délicate; car non seulement les ossements fossiles sont extrêmement fragiles et doivent être maniés avec de grandes précautions, mais le nouveau système de montage employé a augmenté encore les difficultés. On a remplacé, en effet, les tiges verticales en fer qui soutenaient le squelette par des tiges d'acier aussi minces que possible et qui suivent la courbure des os de façon à constituer au squelette une armature peu visible. Enfin, une attitude plus vraie a été donnée aux squelettes en se basant sur des photographies instantanées d'animaux vivants voisins des animaux fossiles.

Le Ministre, avant de se retirer, a promis de faire tous ses efforts pour faire augmenter les ressources mises à la disposition du Muséum pour ses collections, car il trouve dérisoires les sommes inscrites au budget. Il estime qu'il y aurait aussi nécessité à modifier les conditions d'avancement des assistants.

Société de Géographie de Paris. — La Société de Géographie de Paris, dans sa séance du 17 mars, a distribué les prix suivants pour l'année 1905 :

Prix Jean Duchesne-Fournet (6.000 francs et une médaille spéciale) : M. Auguste Chevalier, pour sa Mission scientifique Chari-lac Tchad;

Médaille d'or de la Société : M. Paul Doumer, pour son ouvrage : *L'Indo-Chine française*.

Prix Ducros-Aubert (1.400 francs et une médaille d'or) : M. Léon Diguët, pour les résultats scientifiques de ses voyages en Amérique;

Prix Edouard Foa (1.500 francs et une médaille spéciale) : M. N. Willatte, pour ses travaux astronomiques et sa mission au Sahara en 1904;

Prix Louise Bourbonnaud (médaille d'or) : le commandant Alex. Moll, pour sa mission de délimitation Niger-Tchad (1902-1904);

Prix Léon Dewez (médaille d'or) : le capitaine Bessel, pour ses explorations dans le Tidikelt et le pays des Touaregs du Nord;

Prix Auguste Logerot (médaille d'or) : le Dr Ch. Ma-

claud, pour ses explorations dans la Guinée française (1895-1905);

Prix Alexandre de la Roquette (médaille d'or) : M. Erich von Drygalski, pour ses explorations au Groenland (1891-1893) et dans l'Antarctique (1901-1903);

Prix Conrad Malte-Brun (médaille d'or) : le Dr Otto Nordenskjöld, pour son expédition antarctique suédoise (1903-1904);

Prix Jules Girard (médaille d'or) : M. Charles Bénard, pour ses travaux océanographiques;

Prix Erhard (médaille d'or) : M. Marius Chesneau, pour ses travaux cartographiques;

Médaille de vermeil de la Société : M. P. Jousset, pour l'ensemble de ses publications géographiques;

Prix Charles Maunoir (médaille de vermeil) : M. Charles Alluaud, pour les résultats scientifiques de ses voyages à Madagascar et dans l'Afrique orientale (1894-1904);

Prix Juvenal Dessaigues (médaille de vermeil) : M. Joseph Deydier, pour ses travaux sur la Guyane française;

Prix Janssen (médaille spéciale de vermeil) : M. l'abbé Aloys Froc, pour ses travaux à l'Observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei;

Prix Francis Garnier (médaille d'argent) : M. Charles Lemire, pour l'ensemble de ses publications géographiques, de 1895 à 1904;

Prix William Huber (médaille d'argent) : M. le Dr Hans Schardt, pour ses travaux sur la structure des Alpes;

Prix Alphonse de Montherot (médaille d'argent) : M. Félix Hémon, pour l'ouvrage *Sur le Yang-Tsé* (1900-1901);

Prix J.-B. Morot (médaille d'argent) : M. P. La Porte, pour ses explorations des Glénans et du Raz de Sein;

Prix Alexandre Boutroué (médaille d'argent) : M. Étienne Clouzot : *les Marais de la Sèvre niortaise et du Lay, du X^e à la fin du XV^e siècle*.

Prix Charles Grad (médaille d'argent) : M. W.-A.-B. Coolidge, pour ses travaux historiques sur les Alpes;

Prix Alphonse Milne-Edwards (médaille d'argent) : le Dr Ant. Magnin, pour son ouvrage : *la Végétation des lacs du Jura*;

Médaille d'argent de la Société : le R. P. Morice, pour son exploration de la vallée du Netchakok (Canada);

Médaille d'argent de la Société : le lieutenant Pierre Castel, pour son ouvrage : *Tébessa*.

Prix Jomard (ouvrage : *les Monuments de la Géographie*) : M. Henry Vignaud, premier secrétaire de l'Ambassade des États-Unis, pour ses travaux relatifs à l'histoire de la Géographie.

La séance s'est terminée par une conférence de M. Alluaud, qui a rendu compte de la dixième Mission scientifique qu'il vient d'effectuer dans l'Afrique orientale.

Ce voyageur a d'abord visité l'Afrique anglaise à l'aide de l'*Uganda Railway*, long de 4.000 kilomètres et allant de Mombaza à Port-Florence, sur le lac Victoria. Cette colonie anglaise est plutôt indienne par l'utilisation méthodique des Hindous selon les aptitudes de chaque caste.

Dans l'Afrique orientale allemande, M. Alluaud a visité les lacs et le massif du Kilimandjaro, ce pic neigeux de 6.000 mètres, sous l'équateur. Il en a étudié la faune et la flore dans les différentes zones : la zone des cultures jusqu'à 1.800 mètres, celle de la forêt équatoriale jusqu'à 3.200 mètres, celle des prairies jusqu'à 4.000 mètres, plus haut le désert alpin, et enfin, à 5.200 mètres, les glaces éternelles.

Les documents scientifiques rapportés par M. Alluaud, et étudiés en ce moment au Muséum, sont nombreux et importants.

LE MODE DE FORMATION D'UN DÔME VOLCANIQUE

ET LA CRISTALLISATION DES ROCHES ÉRUPTIVES QUARTZIFÈRES

D'APRÈS LES OBSERVATIONS FAITES AU COURS DE L'ÉRUPTION DE LA MONTAGNE PELÉE¹

L'éruption de la Montagne Pelée, qui, en mai 1902, a débuté de la façon foudroyante que l'on sait, ne restera pas seulement célèbre dans l'histoire du volcanisme par la catastrophe sans précédent qui, en moins d'une minute, a anéanti une ville florissante et ses 28.000 habitants; son étude apporte, en effet, un jour inattendu sur quelques questions capitales du volcanisme et de l'histoire des roches. Je ne m'occuperai ici que de deux d'entre elles, le mode de formation des dômes volcaniques et la production du quartz dans les roches éruptives.

I. — LES DÔMES VOLCANIQUES.

Parmi les divers types de montagnes qu'édifient les volcans, les cônes à structure stratifiée, pourvus d'un cratère, sont aujourd'hui connus dans les moindres détails de leur structure et de leur mode de formation, grâce à l'étude de nombreux volcans en activité, venant éclairer celle des volcans éteints. Il n'en est pas de même pour les montagnes en forme de dômes, généralement dépourvues de cratère, que constituent en particulier, dans un si grand nombre de régions volcaniques, les rhyolites, les trachytes, les phonolites, les andésites, dômes qui, depuis qu'il existe des observateurs, ne s'étaient jamais produits au cours d'une éruption étudiée.

Ces diverses roches étant peu fusibles, on supposait bien *a priori* quel avait pu être le mécanisme de la production des dômes qu'elles forment, mécanisme consistant dans l'accumulation de matériaux peu fluides au voisinage d'un orifice de sortie; mais la démonstration directe de cette hypothèse restait à faire.

Les dômes volcaniques n'ont pas toujours une forme régulière: ils sont souvent hérissés d'aspérités à aspect étrange, d'aiguilles ruiniformes. L'opinion généralement admise pour expliquer ces singularités morphologiques consistait à supposer que les dômes qui les présentent ont été primi-

tivement recouverts par des matériaux de projection, enlevés plus tard par l'érosion qui les a eux-mêmes profondément entamés, de telle sorte que toutes ces irrégularités étaient considérées comme dues à un processus destructif.

En 1866, l'éruption du *Georgios*, à Santorin, sembla, à ses débuts, devoir fournir la lumière désirée sur ces importantes questions. Les géologues accourus pour étudier cette éruption, dont M. Fouqué a fait une étude magistrale, virent surgir des flots des amas de blocs incandescents d'andésite, roulant les uns sur les autres, laissant pressentir, plutôt que voir le magma igné sous-jacent, édifiant ce qui a été désigné alors sous le nom de *cumulovolcan*. Mais, bientôt, l'amas ainsi construit était décapité par de violentes explosions, des blocs de lave et des cendres s'accumulaient autour d'un cratère béant; le cumulovolcan s'était transformé en un cône stratifié à cratère, des flancs duquel s'épanchaient des coulées de lave qui agrandirent rapidement l'îlot nouveau-né.

Ce que la fin de l'éruption de Santorin avait caché aux yeux des observateurs, la Montagne Pelée devait nous l'apprendre.

II. — LA MONTAGNE PELÉE ET SON ÉRUPTION.

Le massif de la Montagne Pelée constitue la partie septentrionale de la Martinique; sa superficie totale est d'environ 120 kilomètres carrés, soit environ le sixième de l'île. Il offre à peu près les dimensions du massif du Vésuve, compris dans son ensemble géologique, mais avec une altitude un peu plus grande. La Montagne Pelée a, en effet, la forme d'un cône assez régulier, dont le diamètre de base varie de 11 à 15 kilomètres; son altitude maximum était, avant l'éruption, de 1.351 mètres. De nombreuses vallées, généralement encaissées, s'irradient dans tous les sens à partir du sommet; l'une d'elles, celle de la Rivière Blanche, sur le versant Sud-Ouest, a eu une importance toute particulière au cours de l'éruption.

Le sommet de la montagne est formé par un petit plateau, sur lequel se trouvait un étang minuscule, le lac des Palmistes. Une éminence en forme de dent, le morne La Croix, qui, avant l'éruption, était le point culminant de l'île¹, se dressait sur l'un de

¹ L'Académie des Sciences vient de publier, sous les auspices des Ministères de l'Instruction publique et des Colonies, un livre intitulé: *La Montagne Pelée et ses éruptions* (Paris, Masson, éditeur, 1 vol. in-4° de XXI-652 pages avec 238 figures dans le texte et 31 planches en héliogravure), dans lequel M. A. Lacroix a donné les résultats des deux Missions scientifiques qu'il a dirigées à la Martinique en 1902-1903; les figures ci-jointes en ont été extraites avec l'autorisation de l'éditeur.

¹ Des éboulements dans la caldeira ont réduit ce morne à un petit rocher ne dépassant le niveau de l'étang remblayé

ses bords; à ses pieds, du côté du Sud-Ouest, s'ouvrait une vaste cavité, béante, dont le fond était occupé jadis par une petite cuvette généralement asséchée et appelée, pour cette cause, l'Étang Sec. Cette grande cavité, dite de l'Étang Sec, n'était autre chose que la caldeira d'un ancien volcan; c'est elle qui a été le centre unique de l'éruption actuelle. Elle était bordée de tous côtés par de hautes falaises, sauf du côté du Sud-Ouest, qu'entaillait une échancrure en forme de V, dirigée du côté de la malheureuse ville de Saint-Pierre, distante d'environ 8 kilomètres.

La Montagne Pelée présente une constitution géologique fort simple, de nature uniquement volcanique. A sa base se rencontrent des brèches et des conglomérats à gros blocs, comparables à certains de ceux du Cantal, et recouverts par un épais manteau de pouce. Toutes les roches qui s'y trouvent sont des andésites à hypersthène, roches constituant aussi quelques dykes et coulées de moindre importance.

Les traits essentiels de l'éruption actuelle peuvent être résumés en quelques lignes. Les phénomènes précurseurs ont été peu importants, débutant en février 1902 par le réveil de vieilles fumerolles.

Le 24 avril, pour la première fois, on voit s'élever de l'Étang Sec une colonne de vapeurs chargée de cendres; dans la nuit du 3 au 4 mai, celles-ci deviennent plus abondantes et sont entraînées sur toute la Martinique.

Le 5, une violente explosion dans la cuvette de l'Étang Sec rejette à l'extérieur l'eau et les cendres

que d'une vingtaine de mètres à peine : son altitude est actuellement d'environ 1.230 mètres.

qui s'y étaient accumulées; la masse boueuse qui en résulte dévaste la vallée de la Rivière Blanche et fait, à son embouchure, les premières victimes. Pendant les jours suivants, de la lave s'accumule dans la vieille caldeira enveloppée par un manteau de vapeurs; puis, le 8 mai, à 8 h. 2 du matin, il en part subitement, par l'échancrure signalée plus haut, ce que nous savons maintenant avoir été une *nuée ardente*, masse énorme et très dense de gaz, de vapeurs et de matériaux solides à haute température, dévalant sur les flancs de la montagne, sous la double influence de l'explosion initiale et de la gravité. Sur

son passage, dans un secteur de près de 100°, tout est ravagé et brûlé; la nuée traverse la ville de Saint-Pierre, avec une vitesse probable d'environ 150 mètres à la seconde, en se nivelant la nombreuse population de cette florissante cité sous les ruines incendiées de ses édifices et de ses maisons de pierre.

Le même phénomène

se renouvelle le 20 mai; puis, avec une intensité moindre, le 26 mai, le 6 juin, le 9 juillet; enfin, une éruption plus violente survient le 30 août. A partir de ce moment, l'activité diminue, avec, cependant, quelques périodes plus ou moins longues de suractivité. Le travail du volcan se manifeste dès lors surtout par l'accroissement lent d'un amas de lave, toujours localisé dans la vieille caldeira. De novembre 1902 à février 1903, de nombreuses nuées ardentes se succèdent, et c'est alors qu'il m'est possible de faire l'étude détaillée de ce phénomène si remarquable. Cette période de suractivité est séparée d'une autre, qui a duré d'août à septembre 1903, par une série de mois plus tranquilles. Depuis lors, l'activité s'est apaisée, sans cependant avoir complètement cessé; il ne se pro-

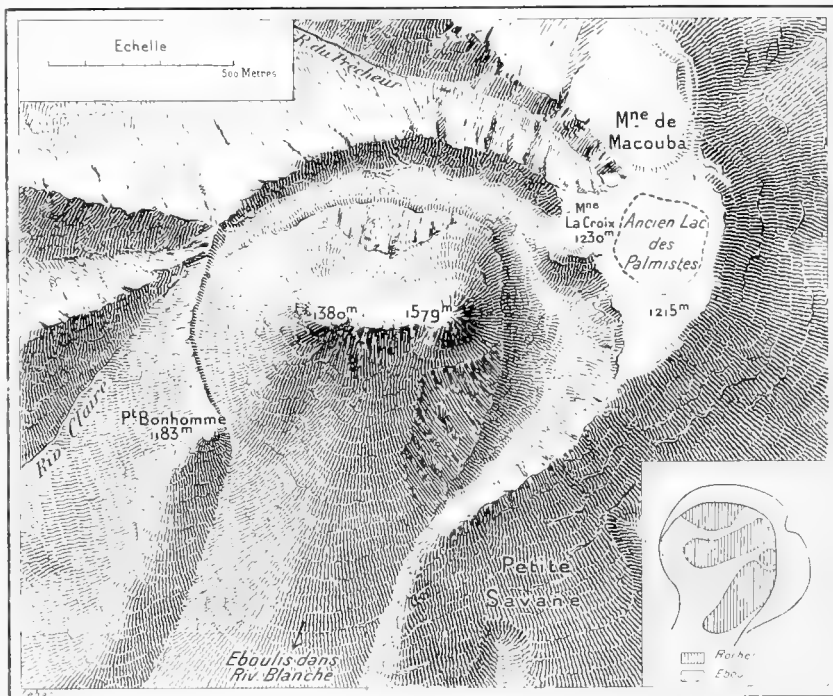


Fig. 1. — Le sommet de la Montagne Pelée en mars 1903. — La vieille caldeira de l'Étang Sec est en partie remplie par le dôme de formation récente; l'aiguille est formée par le point 1579. Cette carte est la projection sur un plan horizontal de la figure 2.

duit plus guère que de minimes changements, interrompus, dans le sommet du dôme.

III. — LE DÔME CONSIDÉRÉ DANS SON ENSEMBLE.

Pour bien comprendre le mécanisme de la formation de l'amas de lave en forme de dôme, il est nécessaire tout d'abord de définir en quoi il consistait lorsque, au commencement d'octobre 1902, il m'a été possible de l'étudier d'une façon précise dans tous ses détails¹. Il remplissait en partie la vieille caldeira de l'Étang Sec; mais il y occupait une position un peu dissymétrique que met en évidence le plan ci-joint (fig. 1); il était soudé à sa partie

occidentale près du piton du Petit Bonhomme. Entre les parois verticales de la caldeira et ce dôme, se trouvait une petite vallée circulaire, que j'ai appelée la rainure du cratère: elle présentait une profondeur variable qui, grâce aux éboulements du vieux sol et du dôme, a été en s'atté-

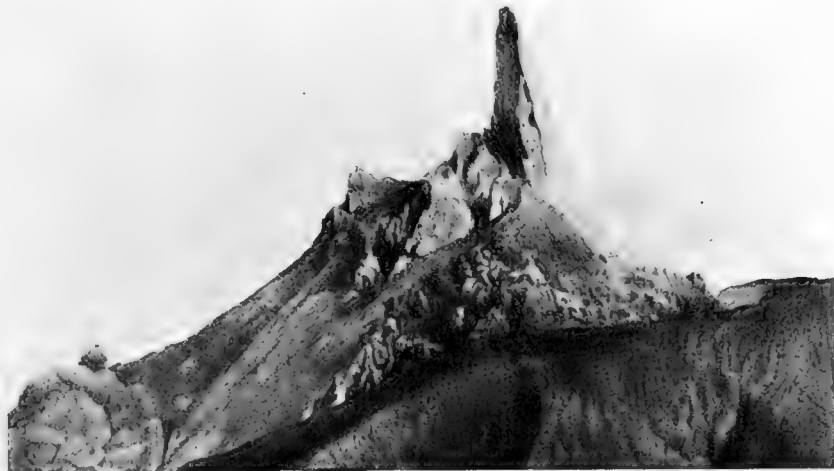


Fig. 2. — Le dôme et son aiguille, le 11 mars 1903. — Au premier plan, on voit (de gauche à droite) le piton du Petit Bonhomme, l'échancrure en V s'ouvrant sur la Rivière Blanche, puis les bords Sud (Petite Savane) et Est de la vieille caldeira. (Photographie faite à l'aide d'un téléobjectif Gaumont, de l'Observatoire du Morne des Cadets.)

nuant progressivement. La largeur de cette rainure était, elle aussi, variable (150 à 250 mètres). En certains points, elle s'est beaucoup agrandie, au cours de l'éruption, par l'éboulement des parois de la caldeira, alors qu'au contraire, du côté de l'Ouest et du Nord, elle a été peu à peu comblée par les produits de l'éroulement du dôme.

Le dôme était essentiellement constitué par une

¹ Nous sommes arrivés à la Martinique, MM. Rollet de l'Isle, Giraud et moi, le 23 juin 1902 et y avons séjourné jusqu'au 1^{er} août. Pendant cette période, la montagne est restée couverte, et du dôme nous n'avons pu voir que la base de l'éboulement descendant dans la vallée de la Rivière Blanche. Les observations consignées dans cet article ont été faites pendant mon second séjour aux Antilles, qui a duré du 1^{er} octobre 1902 au 13 mars 1903, et a été favorisé par quelques périodes de beau temps, bien que le brouillard qui cache presque constamment le sommet de la Montagne Pelée ait été une gêne presque continue pour les observations. En mars 1903, j'ai été remplacé par M. Giraud, mon collaborateur du premier voyage.

ossature continue, mais fendillée, d'andésite, se dressant localement en murs presque verticaux du fond de la rainure; ils ont été, progressivement, en partie masqués par des éboulis, résultant de l'accumulation des blocs qui se détachaient continuellement de leur surface. L'un de ces éboulis avait une importance spéciale: partant presque du sommet, il se prolongeait par l'ouverture en V de la caldeira jusque dans la haute vallée de la Rivière Blanche.

Le sommet du dôme était formé par une crête dentelée, ébouleuse, qui me rappela aussitôt l'aspect de la surface des coulées andésitiques de Santorin, que j'avais vues quelques années auparavant. Il n'existait aucune ouverture béante, aucun cratère; les vapeurs s'échappaient de toutes parts par les fissures qui crevaient cette énorme masse solide. A ce moment, le dôme pouvait avoir de 7 à 800 mètres de plus grand diamètre de base; l'altitude de son sommet était d'environ 1.340 mètres, ce qui représente, pour l'amas de la-

ve, une hauteur de 350 à 400 mètres.

A partir de la nuit du 3 au 4 novembre, de son sommet s'est dressée une masse rocheuse en forme d'aiguille aiguë qui, pendant de longs mois, est devenue une caractéristique nouvelle et étrange de la topographie de la Montagne Pelée (fig. 2). Je vais montrer comment s'est produit cet édifice complexe, en considérant tout d'abord la masse même du dôme, puis son aiguille terminale.

IV. — LE DÔME PROPREMENT DIT ET SON MODE DE FORMATION

Les renseignements que j'ai pu recueillir sur les débuts de la naissance du dôme, bien qu'incomplets, démontrent, cependant, que ceux-ci ont été la reproduction des phénomènes caractéristiques des premières semaines de l'éruption de Santorin. Des

témoins parlent, en effet, de blocs incandescents roulant à la surface d'un amas de lave, qu'ils ont comparé à un tas de bois de charbonnier; l'incandescence y était variable, se déplaçant sans cesse; c'est le 6 mai que, pour la première fois, le phénomène a été observé.

D'une observation que je consignerai plus loin en parlant de l'aiguille, il me semble possible de conclure que chacune des fortes éruptions a été accompagnée par l'arrivée rapide d'une grande quantité de matière fondue venant de la profondeur et qu'ainsi, l'amas en voie d'édification a dû, à chaque paroxysme, subir un accroissement et en particulier un exhaussement brusque. Un récit qui m'a été fait par un spectateur digne de foi prouve, d'ailleurs, que, le 8 mai au soir, la lave incandescente devait s'être élevée déjà à une hauteur voisine de celle des bords de la caldeira, c'est-à-dire de 1.200 mètres d'altitude (le fond de la caldeira avait probablement une altitude d'un millier de mètres): l'éruption du 30 août et ses préliminaires ont été encore caractérisés par un accroissement de son volume.

Mes observations précises sur le mécanisme de cet accroissement ne datent véritablement que du milieu d'octobre, époque à laquelle débutait une nouvelle période de suractivité; à ce moment, j'avais installé, au Sud et à l'Est du volcan, deux postes d'observation desquels les moindres manifestations

éruptives ont été minutieusement notées jour et nuit¹. Il a été possible alors de constater notamment que la base du dôme s'avancait lentement du côté du Sud-Ouest, continuant ainsi une progression déjà constatée

après l'éruption du 9 juillet, et mieux encore à mon retour au commencement d'octobre (fig. 3).

Pendant la nuit, nous avons vu souvent apparaître subitement, en divers points de la masse du dôme, et en particulier à son sommet, des taches lumineuses extrêmement brillantes, produites par l'arrivée au jour de matière incandescente qui, semblable à celle du trou de couléed'un haut fourneau, ne tardait pas à s'assombrir en se refroidissant peu à peu. Parfois, ces taches lumineuses affectaient la forme de traînées, plus ou moins recti-

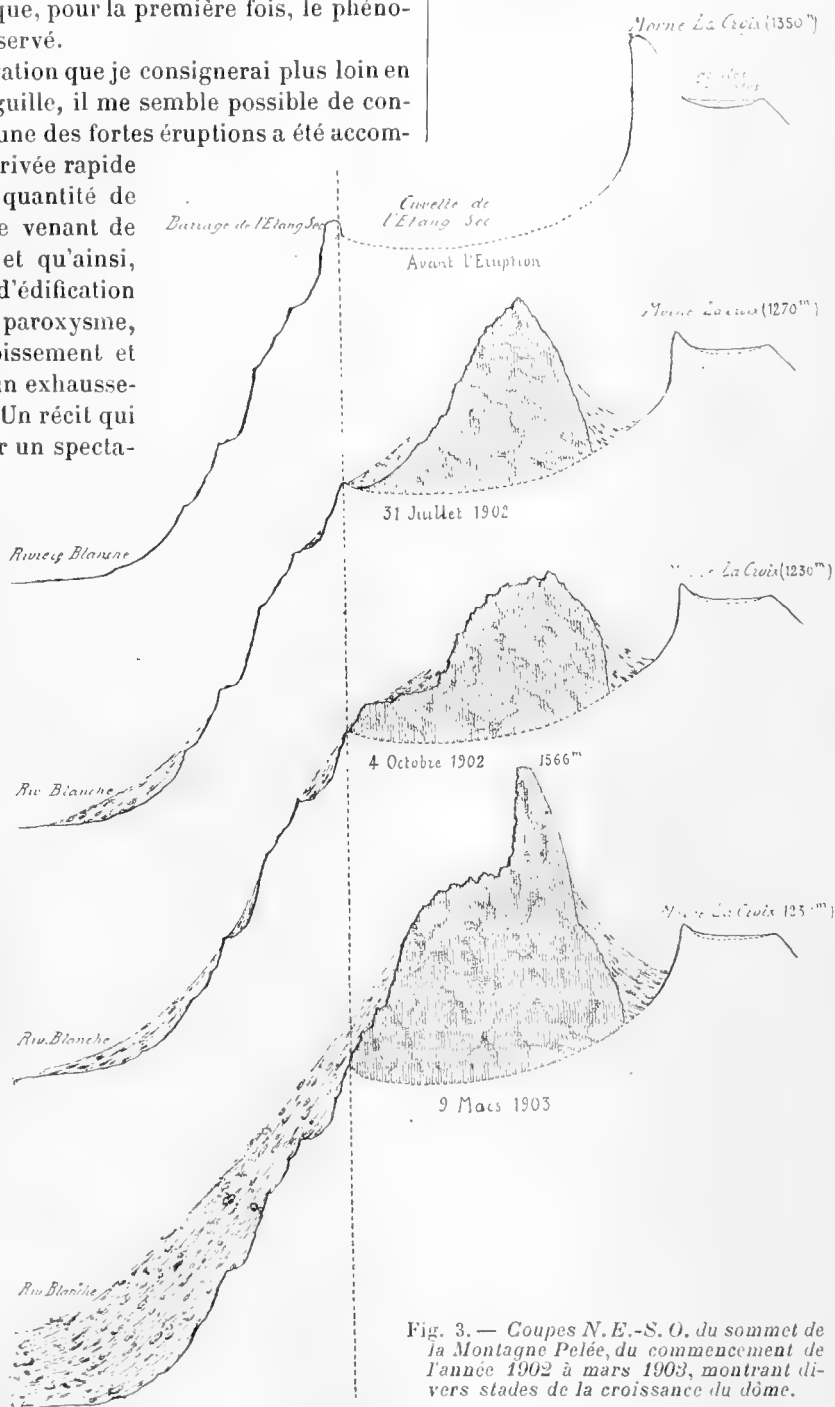


Fig. 3. — Coupes N.E.-S.O. du sommet de la Montagne Pelée, du commencement de l'année 1902 à mars 1903, montrant divers stades de la croissance du dôme.

lignés, indiquant la production de fissures dans lesquelles, à plusieurs reprises, j'ai pu suivre

¹ L'observatoire du Morne des Cadets a été dirigé et l'est encore par le capitaine Perney, le poste d'Assier par l'enseigne Le Cerf, puis par l'adjutant Guinoiseau, qui ont été pour moi de dévoués collaborateurs.

la marche ascendante de la luminosité, ce qui démontre que la surface incandescente n'était pas simplement une cicatrice, déterminée dans une masse à haute température par la chute d'une portion de sa surface. Pendant les périodes de suractivité, ces phénomènes lumineux ont été souvent particulièrement intenses, et alors tout le sommet du dôme rougeoyait.

L'explication de la naissance et du développement de ce dôme ne laisse guère de place au doute; dès le début de l'éruption, le magma fondu a envahi le fond de l'Etang Sec, arrivant par une ou plusieurs ouvertures, d'où ne s'étaient jusqu'alors dégagées que de la vapeur d'eau et des cendres; en raison de sa grande viscosité et des conditions topographiques du fond de la caldeira, il s'est trouvé dans l'impossibilité de s'écouler au dehors; il s'est donc accumulé sur place, se solidifiant rapidement à sa périphérie, s'entourant ainsi d'une carapace, bien vite fissurée par le retrait et par la continuité de la poussée interne, qui tendait sans cesse à faire éclater cette enveloppe trop étroite. Tant que l'amas a été peu important, il a dû être recouvert de blocs incohérents, mis ainsi en liberté et roulant à sa surface, reproduisant en un mot le cumulovolcan de Santorin; mais l'afflux très rapide d'une grande quantité de matière a dû bientôt (8 mai?) faire surgir de cette masse de déblais des parties rocheuses à parois trop raides pour permettre l'accumulation de débris à leur surface. Dès lors, le trait caractéristique était fixé et une différence radicale avec les débuts de l'éruption de Santorin établie : un dôme de roche continue avait surgi du cumulovolcan; grâce à sa situation topographique au sommet d'une montagne, il allait être possible d'en suivre l'évolution.

Les faits dont j'ai été le témoin à partir d'octobre ont été la continuation réduite du même phénomène; ils ont essentiellement consisté dans le bourgeonnement de la masse fondue à travers la carapace, qui enveloppait le magma encore imparfaitement consolidé. Ce bourgeonnement était un phénomène lent, mais il n'en était pas toujours ainsi : fréquemment, sous l'effort d'une poussée plus violente, on voyait d'une région du dôme, toujours la même, s'écrouler d'énormes blocs qui roulaient dans la haute vallée de la Rivière Blanche : ce n'étaient pas seulement des fragments de la carapace, mais bien souvent aussi des portions du magma expulsées de l'intérieur du dôme et solidifiées avant même d'arriver au jour. Pendant les observations de nuit, c'était un spectacle merveilleux que de voir tomber en cascades ces blocs incandescents, qui, se brisant au cours de leur chute, se multipliaient et formaient des traînées lumineuses, bondissant sur les pentes de la

montagne; partis d'une altitude supérieure à 1.300 mètres, ils arrivaient parfois au voisinage de la mer, après un parcours de plusieurs kilomètres.

La théorie de la formation du dôme peut donc se résumer en quelques mots : accumulation sur place de lave pâteuse, rapidement solidifiée périphériquement, dislocation de la carapace superficielle ainsi produite, puis bourgeonnement du magma encore pâteux à travers les fentes et les fissures de cette enveloppe.

Je n'ai pas parlé des diverses hypothèses qui ont été émises par plusieurs géologues au début de l'éruption sur la base d'observations incomplètes. Celle d'après laquelle le dôme ne serait qu'un amas de débris projetés et retombés dans le cratère, puis plus ou moins refondus par des dégagements de gaz à haute température, ne résiste plus aujourd'hui à la discussion.

Je ne nie pas qu'à l'origine les produits de projection des paroxysmes aient pu, eux aussi, contribuer à l'accroissement de la masse du dôme, mais leur rôle a été certainement minime. Le peu d'importance des projections verticales est l'une des caractéristiques de cette éruption; ce sont les nuées ardentes qui ont été par excellence les agents de transport des matériaux solides; or, celles-ci ont été dirigées de haut en bas et, bien loin d'avoir pu augmenter la masse du dôme, elles y ont déterminé des pertes de matière sans retour.

V. — L'AIGUILLE ET SON MODE DE FORMATION PAR EXTRUSION.

Pendant les premiers jours d'octobre 1902, le sommet du dôme ne m'a pas semblé subir de changement notable; mais, vers le milieu de ce mois, nous avons constaté qu'il augmentait de hauteur assez rapidement sur une longueur horizontale d'environ 200 mètres et dans une direction Nord-Sud. Des éboulements le modifiaient continuellement; la partie la plus élevée se déplaçait vers le Sud, formant une pointe aiguë. Le 3 novembre au matin, l'altitude de celle-ci était de 1.370 mètres; à 1 h. 30 un éboulement lui faisait perdre plus de 20 mètres. Dans la nuit suivante, a commencé à se dresser à sa place une aiguille rocheuse, dont j'ai suivi depuis lors avec un intérêt passionné les incessantes vicissitudes; elles ont consisté en un mouvement discontinu d'ascension, corrigé par de nombreux écroulements.

J'ai donné, dans mon livre récent, les très nombreux croquis et les photographies que j'ai fait faire de l'Observatoire par mon collaborateur, le capitaine Perney, chaque fois que la montagne était découverte: ils montrent dans leurs moindres

détails les variations de forme et de hauteur de cette aiguille. Je me contenterai de reproduire ici quelques photographies faites des bords du cratère, ainsi que le diagramme (fig. 7) schématisant la marche du phénomène étrange et émouvant auquel nous avons assisté : celui d'un piton rocheux, dont l'incandescence apparaissait dès la nuit venue, qui *surgeait du sol*, se dressant dans les nuages en haut de ce piédestal gigantesque qu'est la Montagne Pelée; sa hauteur au-dessus de ce piédestal a atteint le maximum de 476 mètres.

L'inspection du diagramme donné plus loin montre que l'histoire de cette aiguille se divise en un certain nombre de stades. Dans une *première phase d'ascension*, extrêmement rapide, l'aiguille est partie de 1.343 mètres (nuit du 3 au 4 novembre 1902) pour atteindre 1.575 mètres le 24 novembre, ce qui correspond à une montée moyenne de plus de 10 mètres par 24 heures, avec des accentuations très notables.

Du 24 novembre 1902 au 6 février 1903, s'étend une *première phase d'écroulement*; chaque chute a été accompagnée d'une remontée brusque qui, à part deux exceptions, ne compensait pas les pertes; il en résulte dans le diagramme une série de dents, dont chacune est plus petite que celle qui la précède; on verra plus loin quelle est l'importance théorique de cette constatation. Le 7 février au soir, l'aiguille était réduite à un chicot dont l'altitude n'était plus que de 1.424 mètres.

Dès le 7 février, commence une *seconde période d'ascension*, moins rapide que la précédente, mais qui conduit à une altitude plus élevée. Le 25 mars, le précédent maximum de 1.575 mètres est atteint; jusqu'au 28 juin, l'altitude du sommet reste supérieure à 1.500 mètres; elle a même dépassé 1.600 mètres du 10 au 31 mai, puis du 25 juin au 6 juillet, jour où elle a atteint son maximum de 1.608 mètres. Pendant cette longue période, il ne s'est produit que trois chutes importantes, immédiatement réparées par une brusque remontée.

Du 6 au 7 juillet, l'aiguille perd 63 mètres par un éboulement; des accidents du même genre se succèdent bientôt et, le 10 août, l'aiguille est

presque entièrement écroulée; le point culminant du dôme n'a plus que 1.380 mètres, c'est-à-dire quelques mètres seulement de plus que le 3 novembre. Aucune remontée ne se manifeste sur le diagramme au cours de cette *deuxième phase d'écroulement*.

Enfin, à partir du 10 août 1903, sur l'emplacement du milieu de l'ancienne aiguille, s'en édifie une nouvelle, de diamètre plus petit; en même temps, des bourgeonnements se produisent dans le voisinage et il se forme notamment une crête rocheuse, très analogue à celle du début de mes observations en octobre 1902.

L'histoire de l'aiguille, ou plutôt des petites aiguilles successives, va dès lors devenir assez monotone; pendant la fin de 1903 et la plus grande partie de 1904, la courbe des variations n'est plus qu'une ligne sinueuse, ne s'éloignant guère, en plus ou en moins, de 1.450 mètres; peu à peu, en outre, l'acti-

tivité au sommet du dôme se déplace vers le Nord-Est, où elle persiste actuellement: les produits de son écroulement ne se déversent plus dans la Rivière Blanche, mais dans ce qui reste de la rainure du cratère.

J'ai calculé que la grosse aiguille eût atteint une altitude d'au moins 2.200 mètres le 6 juillet 1903, si elle n'avait subi aucun éboulement; elle eût formé alors une colonne d'andésite de 850 mètres de hauteur. Si sa forme avait été parfaitement cylindrique, et si son diamètre avait été exactement de 450 mètres

(voir fig. 5), son volume n'eût pas été inférieur à 15 millions de mètres cubes. Cette masse énorme de roche s'est en grande partie écroulée ou a été emportée par les nuées ardentes dans la vallée de la Rivière Blanche.

Il me reste maintenant à discuter le mécanisme de la production de l'aiguille; il ne s'agit plus, comme pour la masse du dôme, d'une injection de matière fluide dans les fissures d'une carapace consolidée, ou, tout au moins, les injections de ce genre qui se sont produites au début n'ont pas tardé à devenir tout à fait accessoires, puis à cesser.

J'attribue la production de l'aiguille à l'*extrusion*



Fig. 4. — L'aiguille du dôme se dressant dans la caldeira en arrière des restes du Morne La Croix. — Elle est polyédrique (Photographie faite de l'emplacement du lac des Palmistes (remblayé) le 8 novembre 1902).

d'une masse solide d'andésite, sortant par une ouverture de la carapace, ouverture que je comparerais volontiers à une filière. Cette extrusion de bas en haut a été discontinuée, mais sans qu'il se soit jamais produit de mouvement en sens inverse. Les incessantes diminutions, venant compenser les mouvements verticaux, ont toujours été causées par des éboulements, résultant de phénomènes d'écrasement, de fissuration (fentes de retrait), par des dégagements gazeux de tout genre, mais surtout par les éruptions de nuées ardentes.

Je puis, d'ailleurs, apporter des preuves précises à la théorie que je propose pour expliquer ce phénomène, qui ne semble pas avoir été jusqu'à présent observé au cours de l'éruption d'aucun volcan. Pendant les premières semaines de sa production, en novembre 1902, l'aiguille montait verticalement; des bords du cratère, du

Morne La Croix, j'ai pu constater qu'elle était limitée du côté de l'Est par deux faces presque planes, se coupant sous un angle obtus; leur surface était couverte d'une fine poussière blanche et portait des fissures, ainsi que des cannelures verticales. A partir du mois de décembre, l'aiguille a perdu sa verticalité, elle s'est un peu courbée vers le Sud-Ouest; ses parois dans les autres directions se modifiaient en même temps; de polyédrique, la forme générale est devenue peu à peu cylindrique; la filière s'était usée et avait pris une section circulaire.

Les figures 4 et 5 représentent deux photographies faites du même point, à cinq mois de

distance; elles montrent les deux termes extrêmes de cette transformation. L'agrandissement de la figure 5, que j'ai reproduit en héliogravure dans mon livre, permet de voir deux catégories de stries; les unes, verticales, ne sont pas rigoureusement parallèles à la génératrice du cylindre: elles présentent une légère torsion hélicoïdale vers le Sud; les autres, qui ne sont pas distinctes dans la similigravure ci-jointe à cause de sa trop petite échelle, constituent des courbes emboîtées qui correspondent à l'intersection de l'aiguille avec la filière; elles ont enregistré la discontinuité de l'extrusion.



Fig. 5. — L'aiguille du dôme, photographiée le 15 mars 1903 du même point que la figure 4. — Elle est devenue cylindrique. La hauteur de son sommet au-dessus du Morne La Croix, ancien point culminant de l'île, est de 349 mètres.

Ces phénomènes de courbure et de torsion sont dus à ce que, par suite de la rencontre d'un obstacle, l'ascension se faisait moins vite du côté du Sud-Ouest que des autres. Ils ont déterminé dans cette direction un écrasement continu qui a facilité l'œuvre

des nuées ardentes: les écroulements qui en ont été la conséquence ont ainsi produit la structure ruiniforme de la portion de l'aiguille qui dominait le grand éboulis descendant dans la vallée de la Rivière Blanche. Ces écroulements, modifiant sans cesse cette face de l'aiguille, y déterminaient la production de cicatrices, dont l'incandescence fournissait la preuve de la haute température à laquelle se maintenait encore l'aiguille, après son extrusion.

Ce mouvement de bascule vers le Sud-Ouest (fig. 6) n'est pas le seul qu'ait subi l'aiguille; à la fin de juillet 1903, alors que sa hauteur était très réduite, elle en a subi un autre en sens inverse, moins accentué et moins durable.

Il me reste maintenant à discuter la cause de ce singulier mode de formation de l'aiguille. Tant que la carapace du dôme a été peu épaisse, l'effort de la poussée interne (dégagements de produits gazeux et apport de matière fondue), s'effectuant d'une façon lente et modérée, a pu faire céder ses parois dans toutes les directions et déterminer ainsi des bourgeonnements de lave non localisés. Mais, peu à peu, les parois de cette carapace sont devenues assez épaisses pour résister à ces poussées; les matériaux récents ont dû se frayer un chemin à travers le dôme dans le sens de la verticale. Lorsque, vers le milieu d'octobre 1902, après un repos de deux mois et demi, une période de suractivité nouvelle s'est ouverte, le sommet du dôme, moins résistant que sa base, s'est mis à bourgeonner le long d'une ligne Nord-Sud, correspondant sans doute à la réouverture d'une ancienne fissure et peut-être à une ouverture provisoire que je n'ai pas vue moi-même, mais que M. Heil-

prin assure avoir constatée lors du paroxysme du 30 août. L'activité étant faible au début, une partie de cette fissure a dû s'obturer à nouveau et, dès lors, tout l'effort de la poussée s'est concentré sur un espace extrêmement limité. Les apports solides, ne venant de la profondeur qu'avec lenteur et en médiocre quantité, ont pu se consolider sous la carapace, à proximité de cet orifice, à travers lequel ils ont été ensuite poussés lentement.

Il n'est pas douteux que, si alors il s'était produit un paroxysme violent, son premier résultat eût été de faire sauter l'aiguille et de déboucher

l'ouverture qu'elle obturait; mais, au commencement de novembre 1902, les phénomènes explosifs étaient peu intenses, et quand, à la fin du même mois, ils augmentèrent de violence, la masse de l'aiguille était devenue suffisante pour résister à leur effort; aussi les nuées ardentes se frayèrent-elles alors un chemin au-dessous de la racine de l'aiguille, du côté du Sud-Ouest, là où se trouvait

un point de moindre résistance dans la carapace. Par suite de la position de ce point de sortie, chacune de ces nuées a entraîné la chute d'une portion de l'aiguille elle-même.

L'inspection du diagramme de la figure 7 montre combien étroitement étaient liés le phénomène explosif et l'ascension de l'aiguille. On voit, en effet, que, dans la première période d'éroulement, chaque chute de notre monolite accompagnait l'éruption d'une nuée ardente, et qu'aussitôt après celle-ci, l'aiguille subissait une brusque remontée. L'apport nouveau venu de la profondeur,

qui se déchargeait en partie à l'air libre, venait donc, une fois que l'ouverture provisoire ouverte par l'explosion était obturée, compenser les dégâts que celle-ci avait produits dans l'aiguille. Lorsque dans la seconde période d'exhaussement, les nuées ardentes se firent plus rares, l'ascension de l'aiguille se produisit d'une façon lente, mais continue; alors encore, chaque nuée importante entraînait une chute d'abord, puis, immédiatement après, une brusque remontée de l'aiguille.

Dans la deuxième période d'éroulement, au contraire, la démolition de l'aiguille a été con-



Fig. 6. — L'aiguille du dôme, photographiée le 9 mars 1903 du bord Sud du cratère. — Elle se dresse au sommet du dôme, entourée à sa base par les éboulis résultant de son incessant éroulement.

tinue, sans tentatives de remontée et en même temps sans éruptions notables de nuées ardentes. Cette constatation est importante, car elle montre qu'une nuée ardente est bien le résultat d'un phénomène explosif et n'est pas simplement une avalanche de blocs incandescents, entraînant à sa suite un formidable nuage de poussière brûlante.

Le changement de régime de l'aiguille, à partir de la période de suractivité d'août-septembre 1903, est dû sans doute à ce que la carapace du sommet du dôme a été alors disloquée par les incessantes

à rechercher quelles conséquences elles entraînaient dans la structure et la composition minéralogique des laves qui les ont construits. C'était, en effet, une occasion unique de recueillir quelques observations sur cette question si obscure de l'histoire des magmas acides. Malheureusement, s'il a été facile d'approcher à moins de 250 mètres du dôme, il n'a pas encore été possible de le toucher. Mais les matériaux qui le constituent ont été mis à notre portée par trois mécanismes distincts :

1° Par les projections verticales des éruptions paroxysmales ;

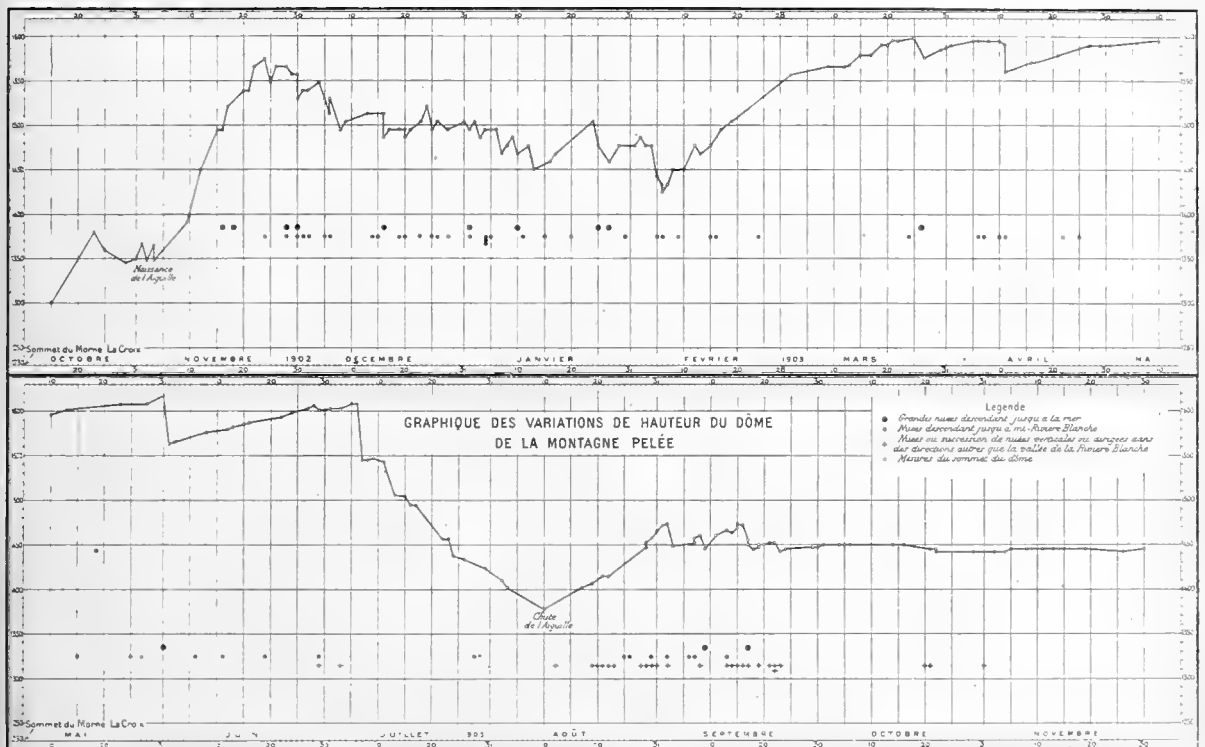


Fig. 7. — Graphique des variations d'altitude du sommet de l'aiguille du dôme en fonction du temps, montrant leur relation avec les éruptions de nuées ardentes.

explosions donnant naissance aux nuées ardentes, qui, d'après MM. Giraud et Perney, se succédaient parfois en grand nombre dans une même journée et se dirigeaient dans des directions variées. Elles ont probablement débouché la fissure par laquelle sortait la crête Nord-Sud d'octobre 1902, et, dans tous les cas, ont permis à la poussée d'être moins localisée qu'auparavant.

VI. — LES ROCHES CONSTITUANT LE DÔME ET LE MODE DE FORMATION DES ROCHES ÉRUPTIVES QUARTZIFÈRES.

Les conditions de formation du dôme et de son aiguille étant établies, il y avait un intérêt capital

2° Par les nuées ardentes ;

3° Par les écroulements tranquilles dans la vallée de la Rivière Blanche, où des millions de mètres cubes de laves et de cendres ont été transportés.

J'ai recueilli une très importante collection d'échantillons, en notant avec le plus grand soin les conditions dans lesquelles chacun d'entre eux a été rejeté hors du dôme. Je vais exposer le résultat de leur étude.

Ce qui donne un intérêt spécial à ces matériaux, appartenant au groupe des *andésites à hypersthène*, c'est leur nature chimique. Je donne ci-après en *A* la composition de la lave actuelle (moyenne de huit analyses faites par M. Pisani), et en *B* celle de la

matière vitreuse qui en a été extraite après élimination de tous les minéraux cristallisés.

	A	B
SiO ₂	61,88	72,40
TiO ₂	0,31	0,10
Al ₂ O ₃	18,30	15,90
Fe ²⁺ O ₃	1,97	1,05
FeO	4,32	1,81
MgO	2,74	0,63
CaO	6,32	1,69
Na ₂ O	3,47	4,35
K ₂ O	1,09	1,14
P ²⁺ O ₃	0,09	"
Perte au feu	0,19	0,62
	100,35	99,69

Quand on calcule, à l'aide de ces résultats, la quantité de silice nécessaire pour saturer l'alumine, les alcalis et la chaux (production de feldspaths), puis (après déduction de la magnétite) la magnésie et le protoxyde de fer (formation de pyroxènes), on constate qu'il reste un excès de 49,56 % de silice libre dans l'andésite et de 34,02 % dans son verre. Ces andésites doivent donc être considérées comme des roches acides, bien que leur teneur totale en silice ne soit pas excessive. De nombreuses analyses permettent de montrer qu'elles présentent, suivant les échantillons, de petites différences de composition chimique, mais celles-ci ne sont liées systématiquement ni au temps, ni aux variations de composition minéralogique et structurale dont je vais m'occuper.

Comme la plupart des roches volcaniques, les andésites de la Montagne Pelée renferment des cristaux visibles à l'œil nu (phénocristaux) et une pâte, dont l'anatomie intime ne peut être décelée qu'au microscope. Elles présentent des aspects extérieurs fort divers, suivant que cette pâte est vitreuse (et, dans ce cas, continue ou ponceuse) ou enfin pierreuse. Mais, quelle que soit la variété considérée, les phénocristaux sont identiques; ce sont des feldspaths tricliniques zonés (andésine à bytownite), de l'hypersthène, de la titanomagnétite et parfois, mais toujours en quantité très réduite, de l'augite, de l'olivine, de la hornblende, de l'apatite et de l'ilménite. Cette constance dans la nature et même dans la proportion des phénocristaux, quelle que soit la structure de la pâte qui les englobe, démontre d'une façon évidente que leur genèse a été soustraite aux conditions de la consolidation définitive du magma, qui, elles, ont varié: ce sont elles qui ont imprimé leur caractéristique dans la pâte de la roche. On peut donc affirmer que ces phénocristaux ont bien été amenés tout formés de la profondeur, qu'ils sont bien réellement d'origine intratellurique.

En quoi consistent les variations de cette pâte en fonction des conditions de sa consolidation? Les

bombes rejetées par les grandes explosions des paroxysmes, les masses rocheuses entraînées par les nuées ardentes, quand celles-ci se succédaient à de courts intervalles ou étaient très importantes, représentent les formes de refroidissement le plus rapide du magma fondu. Elles sont exclusivement constituées par les types à pâte vitreuse; suivant que le dégagement des gaz inclus dans le magma s'est fait à plus ou moins haute température, il s'est produit soit des andésites à pâte obsidiennique, soit des ponces: ces dernières n'ont été, d'ailleurs, abondantes que dans les grandes nuées du 9 juillet et dans quelques-unes de celles du voisinage du 30 août. Cette origine des ponces est bien mise en évidence par la structure de certaines des grosses bombes que j'ai étudiées. Celles-ci sont constituées, en effet, par une écorce à pâte vitreuse entourant un centre très ponceux. Leur structure si régulière tient à ce qu'elles ont été formées par la projection d'une portion du magma possédant encore un état assez pâteux; à leur arrivée dans l'atmosphère, leur extérieur s'est brusquement consolidé, sous forme d'un verre continu, se fendillant par retrait. Sous cette enveloppe protectrice, le centre s'est refroidi plus lentement et les gaz oclus n'ont pu se dégager qu'avec peine, par suite de la viscosité croissante du verre; il en est résulté les bulles globuleuses ou étirées, caractéristiques de la ponce. Du conflit entre la contraction de l'écorce et la dilatation du noyau, est née la structure des fentes en *croûte de pain*, qui rendent si curieuse cette catégorie de bombes.

Les éboulements tranquilles du dôme entre le 30 août et le milieu de novembre, les produits des premières nuées de novembre 1902, puis de celles de décembre 1902 et de janvier 1903 ont fourni un type pétrographique différent des précédents: il consiste en andésites pierreuses, dans lesquelles se sont développés en abondance des microlites pyroxéniques et feldspathiques. Ces roches sont certainement des débris de la carapace du dôme et de l'aiguille; le refroidissement sur place des roches qui les forment a été assez lent pour permettre un recuit plus ou moins prolongé.

Cette opinion, qui lie les variations de cristallinité de la pâte à une vitesse plus ou moins grande de refroidissement du magma, peut être démontrée expérimentalement dans le laboratoire par la fusion partielle de la roche qui nous occupe et par son recuit; on peut ainsi faire apparaître progressivement, au milieu du verre, des microlites d'hypersthène et de plagioclases, semblables à ceux de nos types les plus cristallins.

On sait combien sont fréquentes dans la pâte des roches acides les lamelles de cette variété cristallisée de silice, à laquelle on a donné le nom de

tridymite. Je ne crois pas que, jusqu'à présent, on ait jamais déterminé directement les conditions dans lesquelles se forme ce minéral; les roches qui nous occupent fournissent à cet égard des renseignements précis. La tridymite manque presque complètement, on pourrait même peut-être dire complètement, dans tous les types vitreux. Elle apparait, au contraire, dans les types microlitiques; rare dans ceux rejetés en novembre 1902, elle est devenue avec le temps de plus en plus abondante. Sa production implique donc nécessairement que

retour en France; mais, en janvier 1904, mon ancien collaborateur, le capitaine Perney, a bien voulu me recueillir une nombreuse série d'échantillons, dans la haute vallée de la Rivière Blanche, au bas de l'éboulis du dôme; en avril, de nouveaux spécimens ont été prélevés plus haut, à mi-hauteur de cet éboulis; depuis plusieurs mois, il ne se produisait plus de nuées ardentes; les blocs roulant constamment à la surface de cet éboulis provenaient exclusivement de la petite aiguille en voie de très lente extrusion.



Fig. 8. — La Montagne Pelée vue des ruines de Saint-Pierre en mars 1903. — On voit nettement le dôme récent, surmonté de son aiguille et se dressant dans la caldeira de l'Etang Sec, en arrière de la croupe de la Petite Savane, qui fait partie de l'ancien sommet de la montagne.

la roche, une fois solidifiée, soit maintenue à haute température pendant un temps plus ou moins long. Je ne pense pas, cependant, que la tridymite soit due exclusivement à un recuit, comme les feldspaths de la pâte; elle se présente, en effet, surtout dans les fines cavités de la roche, en cristaux drusiques, dont la production semble indiquer l'action plus ou moins directe d'agents volatils; il est vraisemblable que ceux-ci consistent essentiellement dans la vapeur d'eau mise en liberté par la consolidation du magma; le refroidissement trop rapide des ponces ne lui a pas permis d'agir pendant un temps suffisant pour y faire naître la tridymite.

La continuité de mes observations minéralogiques a été interrompue en mars 1903 par mon

La composition minéralogique de la roche avait beaucoup changé, bien que les caractères extérieurs fussent restés les mêmes; aux minéraux de la pâte des types les plus cristallins décrits plus haut, s'ajoutaient en quantité considérable des grains et de petits cristaux bipyramidés de *quartz*, offrant l'analogie la plus grande avec ceux de la pâte de tant de porphyres quartzifères. Il reste généralement encore de la matière vitreuse; mais, parmi les nombreux échantillons dont j'ai étudié les plaques minces, se trouvent des passages insensibles à des types holocristallins que j'avais recueillis en octobre 1902 sur les bords du cratère, où ils avaient été rejetés par l'éruption du 30 août.

Pour la première fois au cours d'une éruption

volcanique, il a donc ainsi été possible de constater la production du quartz, ce minéral cependant si répandu dans la Nature et dont le mode de formation dans les roches éruptives est resté jusqu'à présent la plus passionnante des énigmes.

Nous pouvons, d'ailleurs, discuter les conditions dans lesquelles il a pu prendre naissance. On vient de voir, en effet, qu'il est absent dans tous les produits rejetés violemment et refroidis brusquement; il n'existe pas davantage dans celles des roches ayant subi un recuit, et que j'ai de bonnes raisons pour considérer comme formant la partie superficielle de la carapace du dôme; il est donc nécessaire d'admettre qu'il a cristallisé dans l'intérieur même du dôme, et cette condition a été certainement réalisée pour les blocs quartzifères holocristallins rejetés par les explosions de la grande éruption du 30 août, qui a dû entamer profondément la masse de l'amas de lave. Il faut, en outre, admettre que cette cristallisation profonde ne s'est effectuée qu'au bout d'un temps assez long, car, lors de la rapide extrusion de la grande aiguille de 1902-1903, je n'ai jamais trouvé trace de quartz dans les produits de sa démolition, alors que ce minéral est constant dans ceux de la petite aiguille du commencement de 1904, qui, elle, ne s'élevait qu'avec une extrême lenteur.

Quel est maintenant le mécanisme probable de la production de ce quartz? L'examen microscopique prouve qu'elle s'est effectuée après celle des microlites feldspathiques qui, ainsi que je viens de le montrer, s'obtiennent facilement dans le laboratoire par fusion ignée. J'ai essayé de soumettre le verre de la roche à des recuits variés, effectuant d'ailleurs cette expérience par acquit de conscience, les insuccès des anciennes expériences de MM. Fouqué et Michel-Lévy ayant montré d'une façon péremptoire que le quartz ne cristallise pas par cette voie purement ignée; je n'ai pas été plus heureux que mes maîtres. M. Morozevicz a bien obtenu de petits cristaux de quartz en recuisant une rhyolite entre 800 et 1.000°, mais à la condition d'incorporer dans le verre de l'acide tungstique, jouant le rôle de minéralisateur que, dans mon cas, je crois pouvoir attribuer à la vapeur d'eau.

Il est possible de préciser les limites de température maximum de cette cristallisation; elle a été certainement inférieure à 1.210°C., puisque c'est là, d'après les expériences de M. Dørlter, la température de fusion du labrador¹, dont les cristaux intratelluriques abondent dans notre roche; sa postériorité aux microlites feldspathiques rend, en outre, assez vraisemblable qu'il s'est produit, alors

que le verre était à peu près entièrement consolidé (c'est-à-dire au-dessous de 1.150° C.) et peut-être même à une température inférieure à celle de la consolidation définitive de celui-ci.

Les petites explosions répétées, les dégagements gazeux de toute nature s'échappant sans cesse des parois fissurées du dôme, démontraient qu'une grande quantité de vapeur d'eau ne cessait de se dégager violemment du magma en voie de consolidation. La carapace complètement solidifiée et la lave à plus haute température qu'elle recouvrait restaient donc soumises à l'action persistante de cette vapeur, acquérant, grâce à la consolidation progressive du magma, une tension de plus en plus grande, jusqu'à ce qu'elle fût suffisante pour s'ouvrir un passage à l'extérieur. Le dôme enveloppé de sa carapace doit donc être, en définitive, considéré comme un immense vase clos, soumis à une haute température, et renfermant de la vapeur d'eau sous pression; or, on connaît les célèbres expériences de Sénarmont, de Daubrée, de Friedel et de Sarrazin, dans lesquelles ces savants ont fait cristalliser du quartz en chauffant en tube scellé avec de l'eau, soit de la silice amorphe, soit des silicates alcalins ou alcalino-terreux. Il est logique, par suite, d'attribuer à un phénomène du même genre la production du quartz dans nos roches, les 37 % de silice libre du verre fournissant l'élément nécessaire à la réaction; comme dans les expériences précitées, la formation soit du quartz, soit de la tridymite qui l'accompagne doit dépendre simplement de la température.

Il est d'une importance capitale pour l'histoire des roches quartzifères de pouvoir démontrer, par une observation en quelque sorte vivante, que la cristallisation du quartz dans un magma à haute température n'exige pas nécessairement que celui-ci se trouve enfoui à une très grande profondeur, comme cela a été certainement le cas pour beaucoup de granites, mais qu'elle est déjà possible sous la mince carapace solidifiée d'un dôme volcanique se produisant à la surface du sol, dès que sont réalisées les conditions de pression nécessaires et suffisantes¹.

¹ Nécessaires et suffisantes, car le quartz n'existe sous cette forme dans aucune des andésites de composition analogue qui forment des *coulées* à la Martinique.

L'andésite à hypersthène de l'éruption de 1866, à Santorin, est plus riche encore en silice libre que celle de la Montagne Pelée, mais nous n'en connaissons que les types de consolidation superficielle; aussi ne renferment-ils pas de quartz, pas plus d'ailleurs que les andésites similaires constituant des *coulées* dans le reste de l'archipel de Santorin. Par contre, j'ai trouvé du quartz en abondance dans les enclaves homogènes holocristallines de ces mêmes roches, enclaves ayant, elles, cristallisé en profondeur. Aussi me paraît-il évident que si, dans l'avenir, il se produit à Santorin une grande éruption à forme explosive, elle rejettera, comme celle du 30 août à la Montagne Pelée, des fragments de la partie profonde du dôme (sous-marin), et

¹ D'après de récentes expériences de M. Brun, la température de fusion du labrador serait plus élevée et atteindrait 1.370° C.

Je m'empresse d'ajouter qu'il existe un autre mode possible de cristallisation du quartz dans les roches du genre de celles qui nous occupent, mais qui ne peut être invoqué pour les laves actuelles de la Montagne Pelée : je veux parler de la cristallisation de la silice en excès dans le verre sous l'influence de circulations d'eau superficielle, cristallisation s'effectuant bien longtemps après l'arrêt complet de l'activité volcanique. Je puis montrer, en effet, qu'à la Martinique, tous les types de roches volcaniques, dans lesquels le calcul décèle l'existence d'un semblable excès de silice, présentent par place à leurs affleurements, dans des conditions où l'action secondaire n'est pas douteuse, des éponges pœcilitiques de *quartz globulaire*⁴ qui viennent mouler tous les éléments de la roche, sans que, pour cela, leur composition chimique ait été en aucune façon changée.

L'observation des roches quartzifères de l'éruption actuelle conduit, en outre, à quelques autres conclusions. Elle montre, en particulier, qu'il n'est pas légitime d'homologuer les phénocristaux et la pâte des roches éruptives possédant une structure porphyrique, suivant que celles-ci renferment ou non du quartz. Dans une roche sans quartz, une andésite normale par exemple, il existe deux *temps* distincts de consolidation, mais un seul *mode* de cristallisation, celui de la fusion ignée. Dans une andésite quartzifère au contraire, il faut distinguer deux *temps* et deux *modes* de cristallisation ; les microlites de feldspaths et de métasilicates, en effet, sont, tout comme les phénocristaux, essentiellement des produits de la fusion ignée, ou tout au moins ils peuvent prendre naissance par sa seule intervention, alors que pour le quartz, ainsi que je viens de le démontrer, il faut quelque chose d'autre. Il existe donc une différence plus grande entre les divers minéraux de la pâte d'une roche quartzifère qu'entre quelques-uns de ceux-ci et les phénocristaux intratelluriques.

Enfin, à un point de vue général, on voit que l'existence ou l'absence du quartz dans les roches éruptives semi-cristallines acides n'a qu'une signification purement minéralogique, puisqu'un même magma de *composition chimique constante* peut, au cours d'une même éruption, fournir des andésites à pâte quartzifère et d'autres sans quartz. La nécessité d'un criterium chimique, venant éclairer

ceux-ci seront, au moins en partie, constitués par des *norites* ou des *micronorites* quartzifères.

⁴ La structure de ces roches est, par suite, différente de celle de la lave actuelle ; par contre, elle rappelle tout à fait celle de certains *porphyres à quartz globulaire* du Massif Central de la France, dans lesquels les microlites feldspathiques sont noyés dans des éponges de quartz globulaire et dans lesquels il n'existe pas de phénocristaux de quartz bipyramidés. Ces roches sont donc d'anciens trachytes ou andésites *quartzifiés*.

l'étude minéralogique des roches, apparaît plus nettement encore, quand, étendant la question, on compare l'andésite de l'éruption actuelle aux dacites, plus anciennes, de la Martinique. Celles-ci possèdent, en effet, sensiblement la même composition chimique que cette andésite, mais elles sont caractérisées par l'abondance de phénocristaux de quartz bipyramidé accompagnés de biotite et de hornblende, et disséminés dans une pâte qui, elle aussi, peut être vitreuse, microlitique et non quartzifère, ou holocristalline et riche en quartz.

En terminant, je ferai remarquer qu'il en est pour cette question de l'origine du quartz, comme pour celle du mode d'édification des dômes volcaniques ; depuis longtemps, la formation de ce minéral dans les roches éruptives par une voie presque secondaire, mais immédiate, avait été pressentie par bien des pétrographes. C'était une idée que M. Fouqué exprimait volontiers dans son enseignement, avec le regret de ne pouvoir l'appuyer sur des preuves directes ; elle a été aussi émise par M. Michel-Lévy. Mes observations lui apportent une première base solide et indiquent la voie dans laquelle des expériences nouvelles devront être entreprises pour lui donner la consécration d'une démonstration expérimentale.

VII. — LA CONSTITUTION MINÉRALOGIQUE DU DÔME.

Les observations exposées plus haut permettent de prévoir dès maintenant quelle est la constitution minéralogique intime de ce dôme. Sa partie centrale doit être formée par un culot d'andésite à pâte quartzifère, plus ou moins complètement microgrenu⁴ ou grenu, culot entouré d'une enveloppe d'andésite dépourvue de quartz, microlitique ou vitreuse suivant les points, en tous cas riche en tridymite. Cette enveloppe est certainement traversée par des veines d'andésite (dont la structure peut être différente), produites par la consolidation de ces bourgeonnements que leur incandescence nous a souvent permis de voir apparaître.

J'ai rencontré dans la vallée de la Rivière Blanche de nombreux blocs de *brèches ignées*, fournissant la preuve que ces veines d'injection sont par places rendues bréchiformes par les nombreux fragments de toute taille qu'elles englobent. D'autres échantillons, recueillis dans la même vallée, démontrent la production, dans le dôme, de *brèches de friction*, et il me semble bien probable que l'étude de leur distribution montrera plus tard que les phé-

⁴ Les blocs rejetés par l'éruption du 30 août 1902 et les enclaves rapportées par la lave d'avril 1904 contiennent même des types à structure granitoïde ; il n'est donc pas impossible que la partie la plus lentement refroidie en profondeur soit constituée par une véritable *norite* quartzifère.

nomènes dynamiques, dont la formation de l'aiguille a été la manifestation la plus grandiose, se sont produits, en plus petit, dans de nombreux autres points de la carapace disloquée.

Enfin, il n'est pas douteux que le culot quartzifère lui-même ne soit traversé par des veinules de cristallinité différente, postérieures à sa consolidation définitive, alors qu'inversement, les racines de la première aiguille et les restes des aiguilles de formation plus récente fourniront l'exemple de dykes quartzifères, émergeant de la carapace formée par l'andésite sans quartz.

Les produits d'éboulement qui recouvrent localement l'andésite continue du dôme, et qui ont comblé une partie de la rainure du cratère, constituent une brèche incohérente, à structure chaotique, formée par des blocs anguleux de toutes dimensions, réunis par des matériaux plus fins. Il est fort vraisemblable que, dans leurs parties profondes, en contact avec la roche en place, ces brèches sont cimentées par places par des veinules de lave compacte, ayant bavé à travers les fentes de la carapace, et ayant pu s'en échapper, grâce à la protection contre un refroidissement brusque, due aux parties superficielles constituant un manteau mauvais conducteur de la chaleur¹.

La puissance de l'érosion dans les pays tropicaux est telle que les matériaux incohérents, actuellement entassés sur certaines parties du dôme, ne tarderont pas à être entamés : une fois l'éruption terminée, les parties superficielles, fendillées, du dôme s'écrouleront assez vite, et peut-être ainsi le culot quartzifère central apparaîtra-t-il à nu dans un avenir peu éloigné. En tous cas, c'est par un mécanisme de ce genre qu'à la Martinique même les pitons dacitiques du Carbet, qui présentent tant d'analogie de forme et, sans doute, d'origine avec le dôme récent, montrent surtout à nos yeux des dacites à pâte quartzifère, alors que, de loin en loin seulement, apparaissent des dacites à pâte dépourvue de quartz, que je considère comme les homologues des andésites sans quartz qui forment la carapace de notre dôme.

En résumé, la coexistence dans un même dôme de roches, différentes à la fois par leur structure et par leur composition minéralogique, mais possédant une même composition chimique, passant les unes aux autres, se pénétrant mutuellement sous

¹ Les dimensions de cet article ne me permettent pas d'entrer dans le détail des transformations minéralogiques que l'action des fumerolles détermine dans l'intérieur du dôme aux dépens des roches qui garnissent les cheminées souterraines : elles sont nombreuses, variées et importantes et apportent notamment d'intéressantes indications sur le mode de formation de la cordiérite. Je les ai étudiées en détail dans mon livre à l'aide des blocs rejetés par l'éruption du 30 août.

forme de dykes ou de veines, n'implique pas nécessairement des conditions ni un âge bien distincts de mise en place, pour chacune d'entre elles, puisque quelques mois ont suffi à l'édification de cet ensemble compliqué que doit être le dôme de la Montagne Pelée.

VIII. — GÉNÉRALISATION DES OBSERVATIONS PRÉCÉDENTES.

Le dôme de la Montagne Pelée est de bien petite taille à côté de tant d'autres, connus dans de nombreuses régions volcaniques; il n'est cependant pas téméraire de penser que les conclusions auxquelles conduit son étude sont susceptibles d'une très grande généralisation et qu'elles nous apportent la clé de la genèse de la plupart des dômes volcaniques, sinon de tous, et en particulier de ceux des dômes de la chaîne des Puys, des pitons de phonolite et de quelques-uns de ceux d'andésite du Massif central de la France. La naissance de son aiguille fournit aussi une explication possible de l'origine de ces dents à formes bizarres auxquelles je faisais allusion au début de cet article, de ces dents qui hérissent la surface des dômes andésitiques de beaucoup de régions et dont M. Stübel a figuré de si beaux exemples, observés par lui dans les volcans de l'Amérique équatoriale. Comme l'aiguille de la Montagne Pelée, elles sont très vraisemblablement le résultat d'un phénomène *constructif* et non *destructif*, ainsi qu'on le pensait jusqu'à présent.

Depuis quelques mois d'ailleurs, de nombreux géologues ont cherché, dans leurs observations récentes ou anciennes, des faits pouvant être expliqués par ce qui s'est passé à la Martinique. M. Hovey a fait remarquer que les dômes de l'île de Saba et de la Soufrière de la Guadeloupe ont probablement une origine du même genre; mes observations personnelles en ce qui concerne cette dernière m'ont conduit à la même opinion. M. Stübel vient à nouveau de figurer un certain nombre de ces géants andésitiques de l'Equateur et de la Bolivie dont il s'est fait l'historiographe, et il n'hésite pas à leur appliquer une même conclusion. Sir Richard Strachey a fait la même assimilation pour certaines dents basaltiques du Dekkan, M. Braner pour le pic phonolitique de Fernando de Noronha, M. Israël Russel pour le dôme rhyolitique occupant le centre du Panum Crater (Californie); et pour le piton d'andésite à hornblende de l'île de Bogosloff, M. N.-H. Winchell pour le pic phonolitique d'Heen-ya-Kaga, dans le Dakota, enfin, M. Otto Lang pour le piton basaltique du Gudensberg près Cassel et M. Boule pour les dômes de phonolite du Cantal et du Velay.

Malgré la vraisemblance de toutes ces comparaisons, il me paraît nécessaire de procéder sans hâte et de ne pas rejeter *a priori* dans tous les cas les anciennes interprétations; il faut étudier de nouveau de plus près ces montagnes volcaniques à la lumière des faits récents, avant de se prononcer d'une façon définitive. Il sera utile, notamment, de préciser, dans chaque cas particulier, quel rôle ont pu jouer, dans la construction de ces édifices volcaniques, les deux mécanismes distincts mis en évidence par l'étude de l'éruption de la Montagne Pelée¹. Dans les massifs déjà entamés par l'érosion, cette analyse ne sera pas toujours facile : de grandes difficultés se dresseront quand il faudra faire la part des écroulements contemporains de l'édification du dôme et de ceux dus à sa vieillesse. Mais, par contre, les outrages de l'érosion permettront de rechercher s'il existe, comme à la Martinique, dans l'intérieur de ces dômes, des variations systématiques de composition minéralogique et de structure; je viens de montrer plus haut que j'ai pu constater leur existence dans les pitons du Carbet.

IX. — CONDITIONS NÉCESSAIRES POUR QU'UN MAGMA PUISSE ÉDIFIER UN DOME.

En considérant la question à un point de vue plus général encore, on peut se demander quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un magma en voie d'épanchement puisse édifier un dôme.

Une seule condition paraît être vraiment indispensable : c'est que le magma soit émis à l'état très visqueux. La viscosité est une propriété qu'acquerraient très rapidement les magmas acides au moment de leur épanchement, car ils sont peu fusibles; c'est pourquoi les roches constituant les dômes appartiennent généralement à des types pétrographiques riches en silice (rhyolites, trachytes, dacites, andésites), ou tout au moins pouvant fournir en abondance de l'orthose (phonolites). Mais une semblable viscosité peut être aussi acquise par les magmas basiques, beaucoup plus fusibles que les précédents; il suffit, pour cela, qu'ils soient émis à une température peu élevée ou, ce qui revient au même,

avec une vitesse suffisamment faible pour permettre un refroidissement assez rapide. Il n'y a donc aucune impossibilité théorique à l'existence de dômes de roches basiques. On vient de voir, du reste, dans l'énumération donnée plus haut des dômes signalés récemment par divers auteurs, que plusieurs exemples de basalte y figurent; peut-être même ne serait-il pas difficile d'en trouver en Auvergne : la production du piton basaltique de la Banne d'Ordanche au Mont-Dore, en particulier, pourrait bien être expliquée par un semblable mécanisme.

La formation d'un dôme ne dépend donc pas tant de la composition chimique du magma qui le produit que des conditions dans lesquelles s'effectue son émission; mais certains magmas réalisent ces conditions plus facilement que d'autres. Il est possible de trouver une démonstration de cette proposition sans quitter la Montagne Pelée. Celle-ci nous montre, en effet, depuis 1902, l'emboîtement de deux types de montagnes volcaniques, tout à fait différents au point de vue structurel et au point de vue génétique, puisqu'un dôme s'y est édifié au milieu de la caldeira d'un vieux cône de projection, sans cependant qu'il y ait eu changement dans la composition chimique du magma qui a fourni la matière de l'un et de l'autre. C'est l'inverse de ce qui s'est passé, au cours d'une même éruption, à Santorin, où un cône de projection est venu coiffer un cumulo volcan. Enfin, dans les contre-forts de la Montagne Pelée et dans ceux du Carbet, se rencontrent d'antiques coulées des mêmes andésites.

Une grande viscosité, qui, dans le cas de l'éruption actuelle, dépend à la fois de la faible fusibilité du magma et de la lenteur de son émission, jointe à la discontinuité des dégagements de gaz et de vapeurs et à une disposition topographique privilégiée, a conduit à la formation du dôme dont j'ai suivi pas à pas l'histoire. Si cette même quantité de lave avait été épanchée à une plus haute température et dans un temps très court, elle eût, sans aucun doute, donné naissance à une véritable coulée. Si, enfin, le dégagement des gaz et des vapeurs avait été plus violent et, en outre, ininterrompu pendant l'ascension de la lave, celle-ci n'eût pu former des masses continues; elle eût été pulvérisée par parcelles; il se fût ainsi produit une nouvelle édition des éruptions antéhistoriques, qui ont couvert les flancs de la Montagne Pelée de son épais manteau de cendres, et le résultat de l'éruption eût été un banal accroissement de volume du cône ancien de projection.

A. Lacroix.

Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

¹ Au cours de l'été dernier, j'ai constaté qu'au pied du dôme du puy de Sarcouy, la roche massive est cachée en partie par une brèche de blocs anguleux, réunis par des matières fines, qui paraît identique à la brèche d'écroulement de la Montagne Pelée. J'ai trouvé dans le dyke de trachyte domitique du funiculaire de la Bourboulle des surfaces de glissements polies comparables à celles de l'aiguille.

Dans un récent article (*La Géographie*, 15 janvier 1905), M. Boule a appelé l'attention sur le dôme phonolitique du roc d'Onzières (Cantal), qui présente une surface cylindrique, lisse, cannelée verticalement, rappelant également celle de l'aiguille.

L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE DANS LES UNIVERSITÉS

L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE

I. — L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE DANS LES UNIVERSITÉS.

§ 1. — Nécessité d'une éducation scientifique.

Dans des articles retentissants sur l'enseignement supérieur des sciences¹, M. Appell, membre de l'Institut et doyen de la Faculté des Sciences de Paris, et M. Colson, ingénieur des Ponts-et-Chaussées et conseiller d'État, ont parlé de la formation scientifique des élèves des écoles industrielles avec une hauteur de vues et une compétence remarquables.

La justesse des conclusions de M. Appell n'a échappé à personne : on ne saurait méconnaître que cette formation est insuffisante, devant les exigences et les tendances de plus en plus scientifiques de l'industrie moderne.

Et, d'autre part, tout le monde admettra que, si les grandes Écoles industrielles envoyaient leurs élèves dans les Facultés des Sciences pour faire leur formation scientifique, cette réforme ne produirait pas seulement les résultats heureux d'une éducation scientifique plus approfondie ; elle allégerait le budget de ces écoles et créerait, par ce fait, de nouvelles ressources pour enrichir et perfectionner le matériel scientifique et technique ; les nations étrangères, comme la Suisse, la Belgique, l'Allemagne, ont compris de cette manière la formation scientifique de leurs industriels.

Les esprits, en France, ne sont peut-être pas mûrs pour cette réforme, et l'état actuel de la plupart de nos industries ne l'exige pas encore ; elle entraînerait, d'ailleurs, fatalement une augmentation de la durée des études. Le nombre et la variété des exercices qui éclairent et précisent l'enseignement oral, qui en font vraiment un enseignement fécond, demandent à l'étudiant beaucoup de temps, et cette nécessité oblige à réduire notablement les heures de cours et les matières enseignées. L'ingénieur, pour acquérir la même quantité de connaissances, mettrait plus de temps à l'Université qu'à l'école ; c'est là un grave écueil, car le temps presse, et les difficultés de la vie, pour beaucoup de jeunes gens, imposent la limitation de la durée des études. Cette nécessité, et l'obligation d'une formation technique suffisante, peuvent se concilier par une spécialisation des études elles-mêmes ;

nous verrons plus loin dans quel sens il faut l'entendre.

§ 2. — Nécessité de la spécialisation.

Constatons, pour le moment, que cette spécialisation est nécessaire pour les chimistes et les électriciens, car la Chimie et l'Électricité se développent avec une intensité si puissante que le chimiste ou l'électricien qui veut être à la hauteur de sa tâche est obligé de se consacrer à la branche spéciale qu'il a choisie.

Cette spécialisation est déjà possible dans certaines industries, et tend à le devenir de plus en plus dans beaucoup d'autres : Le chimiste attaché aux usines des fours à coke de nos grandes exploitations minières et l'ingénieur électricien qui dirige la station centrale n'ont pas besoin de posséder les multiples connaissances techniques de l'ingénieur qui dirige le travail du fond de la mine.

D'autre part, il suffit de jeter un regard attentif sur les transformations incessantes de l'industrie pour y reconnaître les tendances, nettement caractérisées, d'une évolution progressive et continue, vers une organisation profondément différente de son organisation passée.

Dans l'usine restreinte, créée par la machine à vapeur, l'ingénieur doit remplir des fonctions très diverses ; dans une sucrerie, par exemple, certains chimistes doivent être à la fois chimistes, mécaniciens et électriciens, mais cette multitude de fonctions ne sera plus possible dans l'usine de l'avenir.

L'introduction, dans chaque industrie, du principe fécond de la division du travail, la nécessité de produire beaucoup pour produire à bon compte, conséquence de cette loi que le fonctionnement et l'établissement d'une machine ou d'une usine quelconque sont d'autant plus économiques que sa puissance est plus élevée, conduisent logiquement et fatalement à la constitution d'entreprises colossales, où chacune des multiples opérations industrielles qui concourent au but final a son organe propre.

Dans cet organisme gigantesque qu'est accidentellement l'usine d'aujourd'hui, mais que sera presque partout l'usine de demain, la spécialisation qui s'applique au travail de la machine et de l'ouvrier s'étend, dans une certaine mesure, au domaine de l'esprit qui le dirige.

Si l'on excepte le directeur technique, qui doit avoir une compétence générale, chacun des ingénieurs devra se cantonner dans un domaine limité

¹ *Revue générale des Sciences*, 30 mars 1904.

de la pratique, et le succès de l'entreprise dépendra de la compétence de chacun d'eux dans le rôle spécial qui lui sera dévolu.

Le besoin d'une culture scientifique approfondie, le développement de chaque branche de la science, la nécessité de limiter la durée des études, imposent une formation nouvelle d'ingénieurs spécialisés.

La formation rationnelle de ces ingénieurs spécialistes peut être faite à l'Université, en adjoignant à l'enseignement scientifique général un enseignement technique capable de donner à l'étudiant les connaissances et les aptitudes nécessaires pour aborder la pratique.

§ 3. — L'enseignement scientifique et technique des applications dans les Universités.

En même temps que l'Industrie se développait avec des tendances et des exigences de plus en plus scientifiques, les Facultés des Sciences et les Universités s'organisaient, d'autre part, pour l'enseignement technique, par une extension logique de leurs enseignements scientifiques.

L'introduction de l'enseignement appliqué dans les Universités ne date pas d'aujourd'hui; depuis longtemps déjà, les Facultés des Sciences des régions industrielles, Lille notamment, avaient des chaires d'enseignement appliqué et des chaires mixtes d'enseignement général et appliqué, répondant aux besoins de l'industrie de la région. Avec la création des bourses de licence et d'agrégation, l'enseignement des Facultés gagna en ampleur et en profondeur: les chaires mixtes devinrent surtout des chaires d'enseignement scientifique général.

Après la réforme de la licence et la fondation des Universités, les enseignements appliqués repaurent; on créa des certificats de Mécanique appliquée, de Physique industrielle et d'Électrotechnique, de Chimie appliquée. Le programme de ces enseignements appliqués était un complément aux enseignements généraux dont ils dérivait; il comprenait l'étude scientifique et approfondie des phénomènes, des appareils et des méthodes de l'industrie mécanique, électrique et chimique. La nécessité de compléter ces enseignements théoriques par un enseignement technique amena naturellement les Universités à créer des Instituts techniques:

1° L'introduction de l'enseignement scientifique et théorique des applications industrielles dans les Facultés des Sciences était une extension logique des enseignements généraux. En effet, après la Chimie générale qui étudie les lois et les propriétés générales des corps, il est rationnel d'étudier plus en détail les réactions secondaires qui, dans les phénomènes industriels, se greffent sur les réac-

tions principales; il est logique d'appliquer les lois de la Mécanique rationnelle et de la Physique aux phénomènes plus complexes de la pratique. Ces applications présentent, d'ailleurs, au seul point de vue scientifique, un intérêt aussi grand que certaines parties, reconnues classiques, de l'Optique, comme la diffraction ou la polarisation chromatique; en Électrotechnique, par exemple, la concordance de la théorie et de l'expérience est remarquable, et certaines lois générales de l'induction trouvent leurs meilleures vérifications quantitatives dans l'industrie électrique elle-même. Cette vérité est si bien admise aujourd'hui que, dans tous les cours d'Électricité, même les plus scientifiques, le chapitre de l'Électrotechnique prend une large place;

2° L'introduction de l'enseignement scientifique des applications dans les Universités a été une heureuse innovation. Pendant longtemps, les Facultés des Sciences, qui avaient mission de cultiver et d'approfondir la Science, et l'Industrie, qui appliquait les découvertes scientifiques, vécurent côte à côte sans se connaître. L'enseignement appliqué a créé des relations fécondes entre l'Industrie et l'Université.

Ne sont-ce pas, d'ailleurs, ses réflexions sur la puissance motrice du feu qui ont conduit Sadi-Carnot au célèbre principe qui domine aujourd'hui la science tout entière; n'est-ce pas l'étude attentive d'un fait industriel qui a ouvert à Pasteur la voie de ses impérissables travaux?

Mais, pour qu'il soit plus utile à l'industrie et lui fournisse des collaborateurs précieux, il faut ajouter à l'enseignement théorique un enseignement pratique et technique.

1. *Les objections.* — Cette tendance utilitaire présente un écueil très grave pour l'Université, et a été vivement combattue par quelques-uns de ses membres les plus éminents: « Né des Sciences générales, disent-ils, l'enseignement appliqué, d'abord exclusivement scientifique, deviendra insensiblement plus technique. Le développement excessif des applications et la durée limitée des études tendent nécessairement à faire considérer l'enseignement général, par l'étudiant d'abord et par le professeur lui-même, comme un enseignement encombrant, qu'il faut réduire au minimum; et cette diminution progressive de l'enseignement théorique et général, devant l'accroissement incessant des applications, réduira la Faculté à une simple école industrielle. »

On ne saurait méconnaître que le professeur d'enseignement supérieur, qui coudoie constamment le domaine de la technique, ne perde, par ce contact incessant et l'appât de certains avantages,

le goût et l'amour désintéressé des recherches scientifiques, et qu'il n'arrive parfois ainsi à mettre au même rang les connaissances théoriques, les formules empiriques et les mille détails de la technique.

L'étude des applications, conçue dans ce sens étroit et simplement pratique, serait la ruine du haut enseignement et réduirait les Facultés à des écoles d'application de second ordre. L'introduction des Sciences appliquées dans les Universités, loin de produire les effets heureux que l'on a exposés, ne serait qu'une mauvaise concurrence pour les Écoles industrielles existantes et un germe de mort pour les Universités elles-mêmes.

« En laissant pénétrer l'enseignement technique dans les Facultés des Sciences, dit M. Appell, on amènerait rapidement la déchéance de la Science française et, par suite, l'affaiblissement des études techniques elles-mêmes. »

2. *Les remèdes. Les Instituts techniques.* — Pour éviter ces résultats funestes, M. Appell propose une solution nette et précise : « Les deux enseignements, scientifique et technique, dit-il, doivent avoir leurs organes propres : les Instituts techniques des Universités doivent être nettement séparés du service de l'enseignement général et se borner à donner un enseignement professionnel à des étudiants qui suivent ou ont suivi l'enseignement général de la Faculté des Sciences. » Conformément à ce programme, il faut que l'enseignement scientifique soit donné par les professeurs de la Faculté, et l'enseignement technique uniquement par des ingénieurs et des praticiens. Il faut que le professeur de sciences appliquées conserve à son enseignement son caractère général et profond, qu'il ne descende dans les multiples détails de la technique et dans cette région semi-obscur de la pratique que pour y jeter la lumière de la science, que pour grouper, dans une théorie rationnellement déduite des principes de la Science générale, ces observations confuses et embrouillées, consignées par la pratique; que, tout en s'y initiant lui-même, il laisse à des praticiens et à des ingénieurs le soin de faire la formation technique.

3. *Les diplômes techniques des Universités.* — Mais cette séparation des deux enseignements ne produirait qu'un résultat illusoire si les diplômes techniques remis par les Universités étaient délivrés sans qu'il ait été donné un enseignement supérieur, d'un caractère suffisamment général. Or, le principe de la spécialisation, que nous avons invoqué tout à l'heure, peut inspirer des craintes légitimes à cet égard, et que rendent plus vives la réforme de l'École Normale et la suppression des dispenses militaires.

Malgré l'étendue considérable du domaine de la Chimie et de l'Électricité théoriques et appliquées, le chimiste ou l'électricien ne peut se borner uniquement à l'étude de la Chimie ou de l'Électricité. Certaines études de Physique et de Mathématiques lui sont indispensables. Il serait inadmissible que le chimiste de nos Universités maniât le spectroscope, le polarimètre, la bombe calorimétrique, etc., sans connaître au moins la théorie élémentaire de l'appareil; que l'ingénieur électricien connût les détails pratiques du fonctionnement des générateurs et des récepteurs sans en posséder les raisons théoriques. « L'Université doit faire des maîtres et non des contremaîtres. » De plus, la science générale de l'ingénieur sorti de nos Universités ne doit pas se limiter étroitement à la connaissance des lois de Chimie, de Physique et d'Électricité qui ne lui sont que d'un intérêt pratique; il faut, autant que possible, que son érudition s'étende à toutes les parties de la science connexes de la branche spéciale qu'il étudie.

L'électricien, en particulier, ne saurait oublier que c'est la recherche désintéressée de l'explication d'une observation fortuite de Galvani qui conduisit l'immortel Volta, par des expériences d'électricité statique sans aucune utilité immédiate, à cette découverte géniale de la pile, dont découla toute l'Électrotechnique moderne. Il se souviendra que c'est par ses connaissances d'Optique physique que Ferraris fut amené à créer les moteurs à champ tournant.

Les études générales des parties de la science où l'ingénieur se spécialisera ne sauraient donc subir aucune influence débilante par la coexistence de l'enseignement technique dans l'Université.

Mais en est-il de même des enseignements généraux qui n'ont pas ce caractère d'être indispensables : l'Optique, l'Acoustique, la Capillarité s'il s'agit des électriciens; la Cristallographie, la Minéralogie, l'Optique, la Chaleur, la Thermodynamique, l'Électricité s'il s'agit des chimistes. Sans doute, l'enseignement du P.C.N. sera pour ces derniers d'un précieux secours, mais la difficulté signalée par M. Colson subsiste pour les autres.

Il ne serait pas rationnel de donner aux futurs électriciens, sur l'Optique, un enseignement comparable en ampleur avec celui de l'Électricité générale, sans doute. Il semble donc nécessaire que les Universités qui forment des ingénieurs électriciens ou chimistes se plient à cette nécessité, non pas de sacrifier les enseignements d'une utilité moins immédiate au futur praticien, mais au moins de les organiser de façon qu'ils puissent servir, à la fois, à ceux qui ne désirent en apprendre que les principes et les lois fondamentales, et à ceux qui veulent les étudier dans les détails. Il suffit, pour

cela, que le professeur traite, en une première série de leçons, les principes fondamentaux et les lois principales et que, dans une seconde série, il entre d'une façon plus approfondie dans les détails.

Quant à l'enseignement technique, son programme doit procéder du même esprit que l'éducation scientifique elle-même.

En technique, le domaine est immense et s'accroît tous les jours; il est incontestable que la multiplicité des connaissances ne peut être nuisible, mais cette abondance même impose un choix. Il sera possible de glisser sur l'accessoire, que l'industrie apprendra sans effort; mais il importera avant tout d'armer le futur ingénieur de tout ce qui lui sera indispensable pour conduire ses conceptions théoriques jusqu'à la réalisation pratique. Il sera essentiel de développer dans l'étudiant le *sens pratique*, sans lequel l'imagination la plus puissante demeure stérile pour l'industrie.

Exercices et conférences techniques, toujours poussés jusqu'aux exemples numériques et, si possible, jusqu'à la réalité pratique, conférences industrielles, contacts fréquents avec l'Industrie, rien ne saurait être négligé pour habituer l'étudiant à tenir un compte judicieux des exigences économiques et pratiques.

4. *La forme des examens.* — Il est un autre point essentiel auquel les Universités doivent s'attacher avec un soin jaloux: c'est la forme des examens.

Il faut que chacun d'eux comprenne des épreuves écrites, pratiques et orales, chacune d'elles étant éliminatoire; car ces trois épreuves sont nécessaires pour juger de l'efficacité de l'enseignement scientifique de l'Université.

Il faut encore que chaque branche de l'enseignement général soit l'objet d'un examen particulier: il importe que le candidat ne puisse racheter son ignorance sur une matière fondamentale par une compétence ou une aptitude en d'autres plus ou moins importantes.

Ce régime, copié sur celui des certificats d'études supérieures, donnera au candidat plus de tendance à l'étude particulière d'une branche de la science: il le contraindra à fixer son esprit dans une voie déterminée plutôt que d'éparpiller ses efforts dans des directions différentes, et contribuera ainsi puissamment à l'éducation scientifique de l'étudiant.

5. *Les recherches scientifiques.* — Enfin, l'Université ne doit pas oublier que son rôle n'est pas seulement d'enseigner la science faite, mais de faire de la science; elle doit, dans une certaine mesure, inculquer à quelques-uns de ses élèves

les mieux doués l'idée d'approfondir les phénomènes de la technique et les initier aux recherches personnelles.

Si l'enseignement industriel dans l'Université conserve dans son intégrité les traditions élevées de l'enseignement supérieur général dont il est sorti, il remplira le rôle que les initiateurs éminents qui l'ont provoqué lui ont assigné. Les Universités resteront fidèles à leur mission supérieure d'être des foyers scientifiques; elles deviendront les promoteurs et les agents féconds du progrès industriel.

C'est dans ces idées que l'enseignement industriel de l'Électricité est conçu dans les Universités de Nancy, de Grenoble, de Lille; j'en décrirai, à titre d'exemple, l'organisation dans cette dernière ville.

II. — L'ENSEIGNEMENT ÉLECTROTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE.

La ville de Lille, située dans une des régions les plus industrielles de la France, à proximité de riches mines de houille qui, dans un avenir peu éloigné, deviendront autant de foyers d'énergie électrique alimentant la région de force et de lumière, était tout indiquée pour devenir un centre de hautes études électrotechniques.

À la Faculté des Sciences, un Institut de Physique industrielle a été organisé; des cours et des laboratoires électrotechniques ont été fondés et largement dotés par l'État et l'Université.

Ces cours et ces laboratoires sont fréquentés par les ingénieurs qui veulent compléter leurs connaissances en Électrotechnique et par les étudiants qui veulent entrer dans l'industrie sans passer par aucune école spéciale. Ces derniers reçoivent à la Faculté les connaissances générales nécessaires pour comprendre l'Électrotechnique et ils sont préparés par des maîtres spéciaux à la pratique et à la technique de l'ingénieur.

La durée de leurs études est de trois ans.

§ 1. — Enseignement théorique.

L'enseignement théorique est donné par les professeurs de la Faculté. Il comprend l'étude des Mathématiques générales, de la Physique générale, de l'Électrotechnique, de la Physique industrielle et de la Mécanique appliquée, avec des travaux pratiques coordonnés à l'enseignement.

Le programme de *Mathématiques générales* comprend l'Algèbre supérieure, la Géométrie analytique, le Calcul différentiel et intégral, la Mécanique rationnelle, et se confond avec le programme du Certificat de Mathématiques générales de la Faculté des Sciences.

La *Physique générale* comprend essentiellement

l'étude de la Chaleur, de la Thermodynamique et de l'Électricité générale, et accessoirement l'étude des phénomènes fondamentaux, des lois fondamentales de l'Optique, de l'Acoustique, de la Capillarité et de l'Élasticité. Le cours de Physique générale est bisannuel; mais les parties les plus importantes, comme l'Électromagnétisme, sont traitées tous les ans.

La *Physique industrielle* comprend l'étude scientifique du chauffage et de l'éclairage, la vaporisation, les phénomènes des chaudières à vapeur, l'étude des phénomènes physiques que présentent les moteurs à vapeur et à gaz.

L'*Électrotechnique théorique* est l'étude approfondie des lois de l'électricité générale, du fonctionnement des générateurs et des récepteurs d'énergie électrique. Le cours de Physique industrielle et d'Électrotechnique est bisannuel; cependant, les parties fondamentales, comme les moteurs, sont également traitées tous les ans.

La *Mécanique appliquée*, basée sur la Mécanique rationnelle, comprend la Cinématique et la Dynamique appliquées, l'Hydrodynamique, l'étude des moteurs hydrauliques et thermiques, la traction mécanique, la résistance des matériaux; le cours est bisannuel; les matières fondamentales sont traitées tous les ans.

La Chimie générale a été systématiquement écartée du programme des études; on a pensé que, pour comprendre la Physique générale et l'Électricité, les connaissances de Chimie du baccalauréat (mention Sciences), exigées pour l'entrée à l'Institut technique, suffisaient pour l'électricien. D'autre part, il est certain que, pour faire de l'Électrochimie, il faut être beaucoup plus chimiste qu'électricien, et le temps que l'on aurait pu distraire à l'enseignement général des Mathématiques et de la Physique n'aurait pas été suffisant pour acquérir des connaissances et des aptitudes vraiment utiles en Chimie, mais aurait affaibli notablement les études fondamentales de Mathématiques et de Physique.

L'enseignement oral est doublé de conférences avec interrogations et corrections d'exercices, et de problèmes sur des applications théoriques et numériques des lois et des théories exposées; les exercices et les problèmes constituent de véritables compositions écrites, qui habituent l'élève à la rédaction, à la clarté et à la précision.

La Physique générale et industrielle, l'Électrotechnique, la Mécanique appliquée, comprennent de nombreuses manipulations ou essais expliqués dans des conférences spéciales précédant les travaux pratiques. Chaque manipulation fait l'objet d'un rapport écrit corrigé par le professeur et le chef des travaux. L'élève est dressé à l'observation

précise des faits, il est habitué à se rendre compte de la sensibilité de la méthode et des appareils par l'évaluation de l'erreur relative. Pour éviter les fausses manœuvres qui détériorent les appareils, tout élève est obligé, avant de manipuler, de faire le schéma théorique de la méthode, d'y faire correspondre un deuxième schéma pratique réalisé sur les appareils qu'il manipule; il lui est recommandé de ne faire passer le courant qu'après avoir montré sa manipulation ainsi préparée au chef des travaux ou aux préparateurs.

§ 2. — Enseignement technique.

L'enseignement technique est donné par des ingénieurs et des praticiens; il comprend : 1° le dessin industriel; 2° des essais de machines; 3° des conférences techniques, des projets, des visites d'installations électriques et des stages dans les diverses usines de la région.

Le *dessin industriel* est enseigné par un professeur de dessin de l'École des Arts et Métiers de Lille, en prenant comme modèles les diverses parties des appareils et des machines utilisés dans l'industrie électrique. L'enseignement est conduit de façon que l'ingénieur qui sort de l'Institut soit capable de faire un croquis coté et le dessin industriel d'un appareil, sous la forme et avec les détails suffisants pour être exécuté dans les ateliers.

Les débutants commencent par faire le croquis coté et le dessin d'appareils un peu rudimentaires, comme des vis, des interrupteurs, des commutateurs, etc.; les plus habiles s'exercent sur des dynamos et des alternateurs.

Afin de pouvoir commander et juger en connaissance de cause les ouvriers ajusteurs, menuisiers, tourneurs qui seront sous ses ordres, il faut que l'ingénieur soit initié lui-même au travail du bois, du fer et du cuivre. L'étudiant est exercé à ce *travail manuel* de l'atelier par des maîtres spéciaux de l'École supérieure professionnelle de Lille. Depuis les commençants, qui n'ont jamais pris une lime en main, jusqu'aux élèves qui sont sur le point d'entrer dans l'industrie, chacun travaille à l'exécution d'un appareil électrique utilisable. C'est ainsi qu'ils réalisent, suivant leurs aptitudes, des interrupteurs, des commutateurs, des rhéostats, des transformateurs, des bobines de self-induction, des appareils de mesure, etc., dont le croquis préalable a été fait par eux à la leçon de dessin; ils sont, en outre, exercés à faire des bobinages, des épissures, etc.

Les *essais* de machines, de canalisations, d'accumulateurs, sont extrêmement variés et adaptés au cours; ils sont exposés dans des conférences spéciales, faites par le professeur et le chef des travaux, sous la forme même où ils sont exécutés

dans l'industrie et sous la forme plus précise où ils pourraient se faire. Un rapport soigneusement rédigé, avec un tracé correct de courbe s'il y a lieu, est exigé après chaque essai.

La totalité des essais électrotechniques en courant continu et alternatif est faite en une année, et sert ainsi à la revision du cours de l'année et de celui de l'année précédente.

Ces essais sont faits sur des machines et des installations comparables par leur puissance à celles que l'on rencontre dans l'industrie. Les laboratoires d'essais, dont la superficie atteint 300 mètres carrés, commencés en 1896 par M. Camichel, comprennent aujourd'hui une salle de génératrices et une autre de réceptrices, et une salle de haute tension; la salle des génératrices contient un moteur à gaz de 25 chevaux, des dynamos, alternateurs et convertisseurs de 25 à 10 chevaux, et des tableaux de distribution. Deux batteries d'accumulateurs de 66 éléments chacune sont : l'une, de 250 ampères-heures, chargée à l'aide d'un survolteur, et l'autre, de 90 ampères-heures, chargée en deux demi-batteries par une seule dynamo.

Les laboratoires d'essais des élèves comprennent un grand nombre de machines, des moteurs et alternateurs synchrones et asynchrones, mono, di et triphasés, des moteurs en série et dérivation, un groupe de machines identiques d'une force de 6 chevaux, et un groupe de 2 alternateurs, avec tableau pour couplage en parallèle.

Les élèves commencent par étudier les tableaux de distribution de la salle des génératrices qui sont à distance du mur; cette étude est facilitée par ce fait que toutes les canalisations de l'Institut sont visibles en fil recouvert attaché sur porcelaine. A la salle des génératrices, elles aboutissent aux tableaux, où des manettes permettent de commander les machines et distribuent l'éclairage et l'énergie dans tous les laboratoires de l'Institut. Des dispositifs de sûreté atténuent les dangers des fausses manœuvres possibles pour des débutants. Il est, d'ailleurs, exigé de ceux-ci des schémas théoriques et pratiques des opérations qu'ils ont à faire, et qu'ils ne doivent commencer qu'après contrôle du chef des travaux ou des préparateurs. A la salle des réceptrices, les canalisations qui proviennent de la salle des génératrices aboutissent à des prises de courant à proximité des diverses machines d'essais et fournissent le courant continu, mono, di ou triphasé. Toutes les installations sont volantes; les élèves doivent monter leur essai à partir des prises de courant jusqu'aux bornes du moteur à étudier. Ils ne travaillent, d'ailleurs, dans cette salle que lorsqu'ils ont acquis une certaine habileté et une expérience technique dans la salle des génératrices. Ils font, en dernier lieu, les essais de haute tension

en courant continu et en courant alternatif par transformateurs.

Les *conférences techniques* sont faites tous les ans par des ingénieurs sur les matières suivantes : 1° Construction et calcul des dynamos et alternateurs; 2° Accumulateurs; 3° Distributions d'énergie, canalisations, appareils employés en courant continu et alternatif; 4° Éclairage; 5° Applications mécaniques de l'électricité; 6° Entretien et accidents des dynamos; 7° Traction; 8° Télégraphie et téléphonie; 9° Constructions industrielles.

Les conférences sur les distributions et le transport d'énergie, la construction des générateurs et récepteurs, et la traction sont faites par un ingénieur électricien spécialement attaché au laboratoire; d'autres conférences sur diverses applications de l'électricité sont faites par des ingénieurs praticiens particulièrement compétents. C'est ainsi que les applications dans les mines, les appareils de levage et de manutention, les turbo-générateurs, la construction des moteurs asynchrones, la téléphonie et la télégraphie ont été traités cette année par des professionnels.

Des *projets* sur la distribution et le transport de l'énergie, sur l'éclairage et la traction, sur le calcul des générateurs et récepteurs à courant continu et alternatif, sont donnés et corrigés avec le plus grand soin.

Les visites d'installations électriques sont faites pendant le semestre d'été, un jour par semaine, sous la direction du professeur d'Électrotechnique et de l'ingénieur, chef des travaux. Pendant ces visites, l'étudiant de troisième année est chargé de s'enquérir auprès des industriels, des ingénieurs et des contremaîtres qui dirigent l'usine, de tous les détails techniques, pratiques ou économiques qui concernent le moteur à gaz ou à vapeur, et l'installation électrique. Il doit notamment profiter de ces visites pour se familiariser avec les divers types de chaudières ou de moteurs mécaniques utilisés dans l'industrie; il complète dans les livres techniques les renseignements qui lui ont été fournis. A la suite de la visite, les élèves font un rapport écrit à tour de rôle sur l'installation qui fait l'objet de l'excursion; ils exposent ensuite, à quelques jours d'intervalle, cette visite, dans une conférence qu'ils font à leurs camarades en présence du professeur et de l'ingénieur de l'Institut, qui les critiquent.

Pendant les vacances, les élèves qui offrent des garanties suffisantes sont, sur la recommandation du professeur, autorisés à faire des *stages* dans les usines de la région.

Comme on le verra plus loin, l'examen final comprend la présentation d'un *appareil industriel entièrement construit et étudié* par le candidat.

L'étudiant commence par étudier les propriétés électriques des divers matériaux qu'il utilisera pour la construction de son appareil; il en fait le projet complet, dresse le croquis et le dessin de ses diverses pièces et soumet ce premier travail au professeur et à l'ingénieur électricien.

Si le projet est accepté, l'élève le réalise matériellement à l'atelier. Lorsque son appareil est terminé, il l'étudie complètement au point de vue expérimental. C'est le rapport complet de l'exécution et de l'étude de cet appareil qui est présenté à l'examen final du diplôme.

Cet exercice électrotechnique présente un ensemble d'épreuves pratiques et techniques très intéressantes et d'une très grande utilité pour les élèves. Il peut être remplacé par une recherche originale sur une question d'Électrotechnique, assez importante pour être publiée dans un journal d'Électrotechnique.

Le professeur conseille ce travail aux élèves dont les aptitudes et l'esprit d'observation sont jugés suffisants pour mener à bonne fin l'étude qu'il propose. C'est ainsi qu'ont été étudiées au laboratoire la distribution du flux dans l'entrefer d'un moteur asynchrone et la réaction magnétique de l'induit dans une dynamo à courant continu.

§ 3. — Examens. Diplôme d'ingénieur électricien.

Pour entrer à l'Institut électrotechnique, il faut passer avec succès un examen sur le programme de Mathématiques, de Mécanique, de Physique et de Chimie des premières et deuxième parties du baccalauréat (Sciences, Latin ou langues vivantes).

Cet examen est de la même difficulté que ce dernier et se passe dans la même forme, le deuxième lundi de novembre.

Sont dispensés de cet examen les bacheliers, les candidats munis de titres équivalents au baccalauréat et les admissibles aux grandes Écoles : Centrale, Polytechnique, Mines, etc.

Le diplôme d'ingénieur électricien de l'Université de Lille est délivré aux étudiants qui ont subi avec succès les quatre examens suivants :

- 1° Mathématiques générales ;
- 2° Physique générale (chaleur et électricité) ;
- 3° Physique industrielle et électrotechnique ;
- 4° Électricité et Mécanique appliquées.

Les examens se passent à la fin et au commencement de chaque année scolaire, en même temps et dans les mêmes formes que les certificats d'études supérieures.

Chacun des trois premiers se compose :

1° D'une épreuve écrite, éliminatoire, d'une durée de quatre heures, sur une question de cours et un problème ;

2° D'une épreuve pratique, également élimina-

toire, d'une durée de quatre heures, sur une mesure ou un essai industriel ;

3° D'une épreuve orale.

Pour chacun d'eux, le jury se compose de trois professeurs de la Faculté.

Le quatrième examen comprend :

1° Un avant-projet électrotechnique, d'une durée de huit heures ;

2° Une épreuve pratique d'une durée de quatre heures sur la préparation ou l'exécution d'un essai industriel ;

3° Une épreuve orale sur l'Électricité et la Mécanique appliquées ;

4° La présentation d'un appareil entièrement étudié et construit par le candidat ou la soutenance d'un travail original sur une question électrotechnique.

Le dessin et le travail manuel entrent dans l'appréciation de la première et la quatrième épreuve de cet examen.

Le jury du quatrième examen comprend les professeurs de Physique industrielle et de Mécanique appliquée et un ingénieur désigné par le Recteur de l'Académie.

Cet examen ne peut être subi que par les candidats qui ont accompli la dernière année de scolarité à la Faculté des Sciences de Lille, et qui ont subi avec succès les trois premiers examens de Mathématiques, de Physique générale et d'Électrotechnique.

Les étudiants bacheliers peuvent, pendant leurs trois années d'études, devenir licenciés en passant trois des certificats d'études supérieures suivants : Mathématiques générales, Physique générale, Physique industrielle et Mécanique appliquée, dont les programmes diffèrent peu ou point des programmes indiqués plus loin.

§ 4. — Dispenses.

1° Un certificat quelconque d'études supérieures de Mathématiques dispense de l'examen de Mathématiques générales ;

2° Le certificat de Physique générale dispense de l'examen de Physique générale ; celui de Physique industrielle dispense de l'examen de Physique industrielle et électrotechnique ;

3° Les anciens élèves des grandes Écoles (Polytechnique, Centrale, Mines, Ponts et Chaussées, etc.), qui ont satisfait aux examens de sortie, sont dispensés des examens de Mathématiques et de Physique générale.

Les Ingénieurs diplômés de l'Institut industriel du Nord de la France sont dispensés de l'examen de Mathématiques générales.

Dans certains cas exceptionnels, et sur avis favorable des professeurs, des élèves n'appartenant pas

aux catégories visées ci-dessus peuvent être dispensés d'une ou deux années d'études.

§ 5. — Distribution des études.

Les études peuvent se faire en trois ans. La plupart des cours sont linographiés et distribués aux élèves. Dans la première année, les élèves suivent et étudient principalement le cours de Mathématiques générales, qui comprend deux cours et une conférence par semaine pendant toute l'année, et, en outre, une conférence de Mécanique rationnelle par semaine pendant le deuxième semestre. Il comporte de nombreux exercices.

Les étudiants suivent, en outre, deux cours de Physique générale sur la Thermodynamique et l'Électricité. Ils ont trois séances de deux heures de dessin industriel et trois heures de travaux d'atelier par semaine. Ils sont, en outre, interrogés à tour de rôle chaque semaine sur les cours de Physique générale, et les notes qu'ils obtiennent dans les divers examens et exercices forment le livret scolaire de l'étudiant et servent au classement des élèves; il en est tenu compte dans les examens ultérieurs.

A la fin de la première année, les élèves sont obligés de passer l'examen de Mathématiques générales, qui leur donne le droit de passer en seconde année.

Pendant la deuxième année, l'élève étudie principalement la Physique générale; il a trois heures de cours et de conférences de Physique par semaine, et, si c'est possible, un cours sur les lois fondamentales de l'Optique, de l'Acoustique, etc.; il fait de nombreux exercices sur l'Électricité et la Thermodynamique et il a une séance de travaux pratiques de trois heures par semaine; il suit, en outre, deux cours et une conférence d'Électrotechnique et de Physique industrielle et six heures de manipulations, de mesures ou d'essais; il a trois séances de dessin de deux heures et trois heures d'atelier par semaine. En outre, il participe aux excursions du semestre d'été. A la fin de la deuxième année, l'élève passe l'examen de Physique générale; les interrogations hebdomadaires sur les divers cours de Physique générale, industrielle ou électrotechnique et les divers exercices pratiques sont sanctionnés par des notes qui sont consignées sur le livret scolaire de l'étudiant et servent au classement.

Pendant la troisième année, l'étudiant suit deux cours de Physique industrielle, d'Électrotechnique

théorique et une conférence spécialement consacrée à la correction des exercices et à la révision des cours de l'année précédente; deux cours de Mécanique appliquée; les conférences techniques des ingénieurs; il fait six heures de mesures électriques par semaine, douze heures d'essais électrotechniques divers, trois heures d'atelier, prend part aux excursions électrotechniques du deuxième semestre et accomplit les stages dans les usines. Il passe l'examen de Physique industrielle et d'Électrotechnique et celui d'Électricité et de Mécanique appliquées, qui se rapportent à des notions connexes, envisagées aux points de vue scientifique dans le premier, technique dans le second. Le classement de sortie se fait d'après les notes obtenues dans les divers examens, et d'après le livret scolaire des trois années d'étude.

En résumé, les études sont sanctionnées de deux manières distinctes: 1° par les examens de fin d'année, permettant de passer d'une année d'études à l'autre ou conférant le diplôme; 2° par le classement sanctionnant les interrogations et les exercices qui ne sont pas l'objet d'un examen de fin d'année.

L'un des cours d'Électrotechnique est ouvert au public pendant un trimestre; il est destiné à faire connaître aux ingénieurs et aux industriels de la région de Lille, qui ne sont pas des spécialistes en Électricité, les applications les plus importantes et les plus intéressantes pour la région.

Sous la forme élevée en même temps que pratique où il est conçu, l'enseignement électrotechnique de l'Université a gagné de jour en jour en considération et en importance. Depuis le mois d'octobre 1902, époque à laquelle l'organisation décrite a été mise en vigueur, le nombre des élèves ingénieurs est passé de 6 à 20, et, parmi eux, nous trouvons des ingénieurs des Mines, d'anciens élèves de l'École Polytechnique, des élèves diplômés de l'Institut industriel du Nord. Grâce à un Comité de patronage, les élèves sortis ont été placés dans l'industrie régionale et y sont vivement appréciés.

Ces heureux résultats sont une preuve nouvelle que la voie inaugurée par les Universités peut être féconde; en se mêlant de plus en plus intimement à la vie régionale, les Universités peuvent acquérir la place prépondérante qui leur est due pour le plus grand bien de l'industrie et du pays.

R. Swyngedauw,

Chargé de l'Enseignement électrotechnique
à l'Université de Lille.

LES YEUX ET L'ADAPTATION AU MILIEU CHEZ LES ANIMAUX ABYSSAUX

L'étude de la faune abyssale a été l'une des questions de la Zoologie qui ont le plus attiré l'attention pendant la seconde moitié du XIX^e siècle. Il y a cinquante ans, l'existence même d'êtres vivants dans les grandes profondeurs était généralement niée, en dépit de quelques faits positifs qui en attestaient la réalité, mais avaient passé plus ou moins inaperçus. C'est après 1860, sous la suggestion de ces quelques données isolées, que, dans tous les pays, les zoologistes provoquèrent une exploration des grands fonds; sir Wyville Thomson en Angleterre, L. et Al. Agassiz et le comte de Pourtalès en Amérique, A. Milne Edwards en France, etc., furent les protagonistes de ce mouvement. Il est inutile de rappeler ici les nombreuses expéditions qui furent organisées partout pour l'étude des abysses. Il en est sorti la connaissance d'une faune considérable et spéciale¹, d'un extrême intérêt pour la Biologie générale. Sans doute, aucun grand groupe zoologique nouveau n'a été révélé. Et il a fallu abandonner l'idée que les abîmes de la mer recélaient vivant tout un monde témoin d'époques géologiques antérieures. Mais toutes ces formes nouvelles, appartenant à un milieu biologique très particulier, et arrivant à la connaissance des naturalistes au moment même où le transformisme prenait définitivement possession de la science, fournissaient un champ d'études d'une ampleur et d'un relief merveilleux.

Ce mouvement est loin d'être terminé, comme l'attestent les expéditions récentes ou en cours. Ce qui apparaît surtout comme l'œuvre à accomplir encore, c'est de mettre en valeur, au point de vue de la Biologie générale, tous les types abyssaux, en expliquant leurs particularités par celles du milieu; de ce côté, la tâche est à peine commencée et promet beaucoup. L'histoire des organes visuels nous en paraît fournir la preuve.

I

Des conditions physiques principales qui font l'individualité du domaine abyssal, telles que la constance d'une température basse, voisine de 0° en général, la haute valeur de la pression, etc., l'ab-

¹ De nombreux ouvrages de vulgarisation dans les diverses langues ont présenté au public l'ensemble de nos connaissances à ce sujet. Voir notamment: ED. PERRIER: *Les Explorations sous-marines*; SIR WYVILLE THOMSON: *The Depths of the Sea*, etc.

sence de lumière est peut-être le facteur qui a eu sur les organismes le retentissement le plus marqué, et en tout cas le plus palpable.

Les rayons solaires ne pénètrent pas profondément dans la mer. On peut délimiter, avec Chun¹, la zone abyssale par l'absence de lumière. La lumière détermine, en effet, la composition d'ensemble de la faune des diverses couches des eaux océaniques. Dans la zone superficielle (0-80 mètres environ) éclairée, la vie est de beaucoup la plus dense; en particulier, les végétaux à pigments assimilateurs (algues à chlorophylle et ses succédanés) y prospèrent. De 80 à 350 mètres environ, l'éclaircissement est de plus en plus faible; les végétaux (phytoplankton) s'y font de plus en plus rares, ne s'y reproduisent plus. Au delà de 400 mètres, ce sont les ténèbres complètes et la disparition de la vie végétale (en dehors des bactéries). Seuls des animaux peuplent l'espace obscur de la zone abyssale, et, si l'on fait abstraction des débris de végétaux morts tombant de la zone éclairée, leur régime est nécessairement carnassier. Le rappel de ces quelques données suffit à montrer l'importance capitale de la lumière.

Dans l'étude des organismes abyssaux, une distinction considérable s'impose, qui n'a pu être faite avec précision que dans ces dernières années et qui est fondamentale pour l'interprétation des formes et des organes. Il faut séparer nettement les animaux vivant sur le fond même, ou *benthiques*, fixés ou mobiles, et ceux qui, dans les grandes profondeurs, mènent une vie pélagique, c'est-à-dire nagent ou flottent entre deux eaux, y cherchant leur subsistance et s'y reproduisant, sans rapports avec le fond; ils composent la faune *bathypélagique*. L'existence de cette seconde catégorie n'était pas évidente *a priori*; Al. Agassiz avait même cru pouvoir la nier, à la suite de recherches faites dans le Pacifique, entre Panama et les îles Galapagos. Mais toutes les expéditions récentes, en particulier celle du *National (Plankton-Expedition)* et celle de la *Valdivia*, ont établi la réalité d'un bathyplankton à tous les niveaux, allant, d'ailleurs, en se raréfiant avec la profondeur, dans les diverses régions de l'Atlantique, de l'Océan Indien et de l'Océan Antarctique.

Les premières explorations abyssales avaient été

¹ C. CHUN: *Aus den Tiefen des Weltmeeres*, Iena, 1900, p. 473.

consacrées surtout à la faune benthique par la nature même des engins employés, filets traînant sur le fond, dragues ou chaluts; lorsqu'on les remontait, des animaux bathypélagiques pouvaient bien s'y engager accidentellement; ils étaient mélangés à ceux du fond et l'on ne pouvait les distinguer qu'hypothétiquement, d'après leur allure générale, guide certainement précieux, mais qui a conduit à des erreurs d'interprétation assez nombreuses. Il est telle catégorie de poissons abyssaux, comme les *Ceratiidae* (voisins des Baudroies), que l'on a, sur la foi de leur aspect, considérés comme des formes sédentaires du fond, et que la *Valdivia* a récoltés, nageant à plus de mille mètres au-dessus de celui-ci. La distinction de la faune bathypélagique a été rendue possible par l'emploi des filets dits à plankton, que l'on ne descend pas jusqu'au fond lui-même, et que l'on remonte ensuite; ces filets sont généralement construits avec une soie à bluter très fine; ils filtrent la colonne d'eau qu'ils traversent en remontant, retenant tous les organismes qu'elle contient, même et surtout ceux qui sont très petits. Chun a introduit, l'un des premiers, dans la pratique de ces pêches, le *filet à fermeture*, fermant à la façon d'un porte-monnaie. On le descend fermé jusqu'à une profondeur donnée p_0 ; on l'ouvre alors, à partir du bateau, à l'aide d'un mécanisme convenable, et on le remonte. Le filet se ferme automatiquement au bout d'un temps réglable à volonté, et, suivant la vitesse de la montée, étant parvenu à un niveau p . Il n'est donc resté ouvert que dans l'intervalle des niveaux $p_0 - p$, qu'on peut faire varier *ad libitum*. On peut donc, avec ce filet, pêcher des organismes à un niveau connu, et l'on conçoit que l'on ait ainsi des documents précis très importants qualitativement. Malheureusement, dans les conditions où l'on opère à la mer, la simplicité et la robustesse sont les premières qualités des appareils, et le filet à fermeture a donné parfois des déboires dans son fonctionnement. Il faut dire, cependant, qu'il a été suffisamment perfectionné pour rendre de réels services. Quantitativement, il donne peu, à cause des dimensions restreintes qu'on est obligé pratiquement de conserver à son orifice. Mais les documents recueillis peuvent servir de points de repère pour ceux que fourniront des méthodes plus grossières. M. J. Richard, l'actif collaborateur du Prince de Monaco, a construit, pour les dernières campagnes de la *Princesse Alice*, un filet à plankton, s'ouvrant en un carré de vaste ouverture (2 mètres de côté) et formé par de la toile d'emballage. Ce filet à large ouverture, et d'une construction peu coûteuse, a procuré des récoltes abondantes. Il ne faut pas se dissimuler que tous ces engins sont encore des plus primitifs et des plus défectueux pour l'objet que l'on a en

vue. Sans doute, ils capturent des organismes simplement flottants et petits; mais les animaux de taille un peu considérable et doués de mouvements propres agiles, comme les Crustacés et surtout les Poissons et les Céphalopodes, n'y sont pris que tout à fait exceptionnellement. La règle est qu'ils échappent: leur capture est un hasard. Aussi ne doit-on pas perdre de vue que nous ne connaissons fort probablement qu'une très faible portion de ces représentants les plus parfaits de la vie bathypélagique.

Le Prince de Monaco a employé, avec assez de succès, une autre catégorie d'engins, plus efficaces à certains égards, mais d'un maniement assez difficile. Ce sont de grandes nasses, où l'on a placé des appâts et que l'on immerge pendant deux à trois jours, à une profondeur déterminée. Il s'y prend parfois un nombre considérable d'animaux intéressants et on les obtient dans un meilleur état qu'avec les filets.

Par ces divers moyens, pour défectueux qu'ils soient, l'existence d'une faune bathypélagique a été mise hors de doute, et son individualité est bien accentuée. La structure des organes, particulièrement des organes sensoriels, comme ceux que nous allons étudier, révèle des différences caractéristiques avec les animaux benthiques.

Mais il est évident qu'il n'y a pas, entre les deux faunes bathypélagique et benthique, une discontinuité marquée. D'abord, beaucoup d'organismes peuvent appartenir à l'une ou à l'autre, suivant les phases de leur existence. Les larves d'animaux du fond ont fréquemment une vie pélagique. Sur un même organisme, on verra, à ses stades successifs, les empreintes des deux adaptations: certains animaux des grands fonds ont même peut-être des larves qui remontent très près de la surface, jusque dans la zone éclairée. Ces mouvements verticaux du plankton ont une grande importance pour la Biologie générale, mais ils sont encore à peu près ignorés, au moins dans le détail, et ne pourront être précisés que par des pêches extrêmement nombreuses et méthodiques. L'auteur qui s'est l'un des premiers et le plus systématiquement attaché à les mettre en évidence est précisément Chun, et il en a donné dans les divers groupes des exemples typiques. Aux considérations précédentes, il faut ajouter, pour justifier la continuité entre les faunes bathypélagique et benthique, que les êtres vivant dans les couches voisines du fond représentent naturellement une transition entre elles, comme cela a lieu dans la région littorale.

Ainsi se présente la répartition d'ensemble des éléments de la faune abyssale. Telles sont les causes de complexité inhérentes à la question elle-même et les difficultés matérielles qui expliquent

que nos progrès y soient lents. A celles que j'ai exposées plus haut, il ne faut pas manquer d'ajouter une autre : les animaux, que les divers engins, dragues, chaluts ou filets ramènent sur le pont du bateau, y arrivent dans un état des plus précaires, mourants ou morts, du fait du changement brusque de milieu, mutilés ou tués par le filet et les chocs subis à son intérieur, ou parfois, dans les engins les plus favorables, comme les nasses, dévorés par des compagnons de captivité. Ces matériaux, d'une capture si incertaine, sont donc souvent impropres aux études d'ordre physiologique ou simplement histologique auxquelles on voudrait les réserver.

II

Les considérations précédentes étaient nécessaires pour faire apprécier l'état actuel et la signification de la question proprement dite que nous voulons étudier : les transformations des organes visuels chez les animaux abyssaux.

Il semble *a priori* que l'absence de lumière de la zone abyssale doit entraîner l'atrophie générale des organes visuels. L'œil, n'ayant plus aucune occasion de fonctionner, devrait régresser et disparaître, conformément aux lois de Lamarck.

C'est, d'ailleurs, ce qui arrive pour une autre faune obscuricole, plus facilement accessible, pour les espèces terrestres vivant sous le sol, les espèces aquatiques des eaux souterraines, les animaux des grottes, etc... Il y a là une tendance générale à l'atrophie des yeux et au développement corrélatif d'autres organes sensoriels, en premier lieu d'organes tactiles. Beaucoup de représentants de cette faune ne diffèrent d'espèces superficielles d'où ils sont dérivés que par des caractères de cet ordre, surtout par des différences dans la pigmentation générale et la structure des yeux¹. Quelques travaux, comme ceux de R. Schneider sur les Crustacés des mines de Klausthal² (*Gammarus* et *Asellus*), montrent même que l'intensité de ces modifications augmente avec le temps; les individus qui habitent une mine récente et vivent depuis moins de générations à l'obscurité sont beaucoup moins modifiés que ceux des puits remontant à trois ou quatre siècles. Dans ce cas donc, auquel je me contente de faire allusion, on voit l'action directe de l'obscurité sur l'organe visuel.

Pour la faune abyssale marine, le problème est beaucoup plus complexe; car, si, dès les premières

expéditions, on a rencontré un certain nombre de formes à yeux réduits ou même complètement atrophiés, il s'en est révélé plus encore dont les yeux étaient hypertrophiés. Les deux cas ne sont donc pas comparables.

Nous nous bornerons à considérer, dans ce qui va suivre, les groupes où les yeux sont normalement le plus hautement organisés, c'est-à-dire les Poissons, les Mollusques Céphalopodes et les Crus-

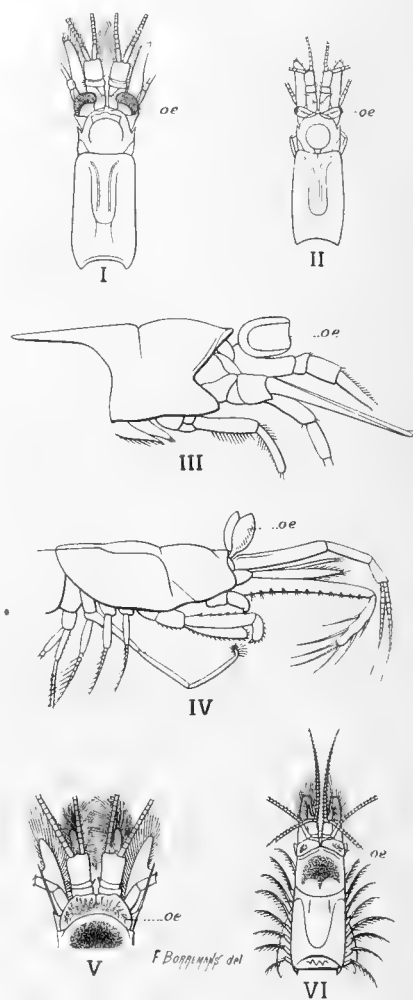


Fig. 1. — Céphalothorax de divers *Mysidæ* abyssaux montrant la régression des yeux *oe* : I. *Boreomysis oblusata* (yeux d'aspect normal); II. *B. microps* (yeux réduits); III. *B. scyphops* (pédoncles oculaires transformés en cupules et n'offrant plus la structure d'yeux); IV. *Petalophthalmus armiger* (transformation-analogue); V. *Pseudomma roseum* (pédoncles oculaires aplatis et soudés en une plaque frontale); VI. *Ambylopsis abbreviata* (pédoncles oculaires aplatis en deux plaques sans structure d'yeux).

¹ Voir, pour l'ensemble de la question : A. PACKARD : *Cave Fauna of North America*, Washington, 1889; O. HAMANN : *Europäische Höhlenfauna*, Jena, 1896; A. VIRÉ : *La faune souterraine de France*, Paris, 1900.

² *Sitzungsber. Akad. Wiss. Berlin*, 1885 et 1887.

tacés. Ce sont les mieux étudiés et ceux où les transformations sont naturellement les plus considérables. Or, on ne connaît, jusqu'ici, aucun Céphalopode aveugle; les Poissons aveugles sont très peu nombreux. Chez les Crustacés, l'atrophie de l'œil est plus fréquente dans les divers ordres et

elle offre tous les degrés. Chez les formes supérieures (Décapodes et Schizopodes), où il y a une paire d'yeux latéraux pédonculés à facettes, la régression se marque extérieurement par la diminution de taille et de mobilité des pédoncules, la dépigmentation des facettes; à un degré plus avancé, par leur disparition et la transformation des pédoncules en appendices variés, épines, lamelles, tiges poilues ou écailles pouvant se souder à la carapace. Nous nous bornerons ici, pour donner une idée de ces faits aujourd'hui classiques, à reproduire, après Ray Lankester¹ et d'après les mémoires de G.-O. Sars, une série de *Mysidæ* très caractéristique à cet égard (fig. 1). Les divers groupes de Décapodes offrent des séries analogues². L'étude histologique des transformations de ces yeux est beaucoup moins avancée. Il y aurait lieu de la faire, sur des matériaux bien préparés, avec les méthodes dont on dispose actuellement. Cette préoccupation n'a pas échappé aux naturalistes de la *Valdivia*, et la publication des résultats de cette expédition nous a apporté et nous apportera des renseignements importants dans cette direction. Nous savons déjà que l'atrophie des yeux des Crustacés marche d'une façon générale de la périphérie au centre. Le ganglion optique est la partie qui persiste le plus longtemps.

Si l'on comprend la transformation du pédoncule oculaire des Crustacés en un appendice plus ou moins tactile, comme dans les exemples précédents, il est plus difficile de s'expliquer les cas où, à la place de l'œil disparu, on trouve un organe ayant la forme d'un réflecteur brillant. Tels sont certains Poissons, comme le *Barathronus bicolor*, où les yeux sont remplacés par des réflecteurs paraboliques à éclat métallique, et des Crustacés, comme certains *Halocypridæ*. Peut-être s'agit-il d'organes lumineux méconnus.

III

Dès les premiers temps des explorations sous-marines, le paradoxe apparent résultant de l'atrophie des yeux chez certains animaux abyssaux et de leur hypertrophie chez d'autres a été expliqué par la luminosité propre des êtres de la faune des grands fonds. La phosphorescence est une propriété très répandue chez les êtres vivants³, surtout chez les animaux marins et spécialement dans la faune abyssale. Les bactéries lumineuses même semblent y être particulièrement fréquentes. On a donc émis

l'hypothèse que la lumière ainsi produite avait maintenu les yeux en état fonctionnel dans les grandes profondeurs. L'étude de la phosphorescence et des organes lumineux est donc intimement liée à celle des yeux.

Nous ne voulons pas examiner ici le mécanisme de la production de la lumière animale. D'après les travaux de M. Raph. Dubois, un des auteurs qui ont le plus étudié la biophotogénèse d'une façon expérimentale, elle se ramène au conflit de deux substances, auxquelles il a donné les noms de luciférine et de luciférase, cette dernière ayant les propriétés d'un ferment diastasique et appartenant vraisemblablement à la famille des oxydases; l'oxygène paraît jouer un rôle actif dans la production de la lumière. Les progrès si rapides que l'étude des phénomènes diastasiques est en train d'accomplir ne manqueront pas d'avoir leur retentissement dans le domaine de la phosphorescence animale.

En nous bornant au côté morphologique de la question, nous voyons la lumière jaillir, dans les cas les plus simples, à l'intérieur de l'unique cellule qui constitue les Noctiluques, au sein du protoplasme; à un degré de différenciation plus grand, elle est produite dans des organes de nature glandulaire richement vascularisés et innervés, et au contact de l'eau ou de l'oxygène, quand la sécrétion de ces organes est mise en liberté; dans des conditions encore plus spécialisées, mais très fréquentes, la lumière jaillit dans des organes clos.

Ces organes (et c'est là un point qui augmente la connexité de leur étude avec celle des yeux), dont le rôle est de projeter un faisceau lumineux, se sont différenciés d'une façon analogue à l'œil et, jusqu'à ces dernières années, ont été souvent considérés comme des yeux accessoires. La ressemblance de la structure dans les deux cas n'a rien d'étonnant; dans l'un, il s'agit de recevoir un faisceau lumineux dans l'intérieur sur la rétine; dans l'autre, de le projeter, à partir d'un point intérieur. L'analogie du dispositif anatomique est du même ordre qu'entre un appareil photographique et une lanterne à projections.

L'histoire des organes lumineux est un des chapitres de la Biologie dont l'origine et les progrès sont récents, et sur lesquels il reste le plus à apprendre. Les organes lumineux ont longtemps et fréquemment passé inaperçus parce qu'ils ne luisent, et ne sont ainsi bien apparents, que sur l'animal vivant et même bien portant. C'est donc presque toujours par des analogies de structure avec des organes qui ont été vus lumineux, qu'on peut les déterminer comme tels sur les cadavres ou les matériaux conservés que le zoologiste a seuls à sa disposition en général. Or, cette structure offre une très grande variété, qui correspond pro-

¹ *Quarterly Journ. of. Micr. Science*, t. XLVII, 1903.

² V. LANKESTER, J. C., et ORTMANN in *Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs*, t. V, *Crustacea*, p. 1191.

³ V. RAPH. DUBOIS : *Rev. génér. des Sciences*, 15 juin 1894, et *Leçons de Physiologie générale et comparée* (Paris, Carré et Naud, 1898).

blement à des différences dans le fonctionnement, dans la nature, la couleur de la lumière, etc. Aussi l'interprétation physiologique de ces organes, le rôle des diverses parties, le siège de la lumière sont-ils encore souvent incertains. Résumons rapidement ce que l'on a appris, dans ces dernières années, à leur sujet chez les Crustacés, les Céphalopodes et les Poissons.

Les Crustacés sont très fréquemment phosphorescents, mais des organes lumineux localisés n'ont guère été rencontrés jusqu'ici que chez les Schizopodes Euphausides. On y trouve un de ces organes incorporé dans l'œil lui-même (fig. 12 et 13, *ph*) et d'autres, en nombre variable, placés, soit à la base de certaines pattes thoraciques, soit métamériquement, à la face ventrale des anneaux abdominaux.

Cette seconde catégorie est constituée par de petites sphères pigmentées en rouge, mobiles à l'aide de muscles spéciaux et qui projettent ainsi leur faisceau de rayons dans des directions variées. Leur structure (fig. 2), bien étudiée, notamment par Chun¹, donne une idée assez complète d'un de ces organes bien différencié. La voici dans ses traits essentiels. Un corps strié central *str* est,

d'après Chun, le siège de la lumière. Le fond de l'organe est formé par un réflecteur hémisphérique, *rfl*, recouvert extérieurement par la couche pigmentée *pg* rouge. En avant du corps strié se trouve une lentille réfringente *l*. Un nerf arrive latéralement à l'organe, qui est abondamment baigné par un sinus sanguin. Les organes lumineux de l'œil (fig. 3) sont d'un type un peu différent. On n'y voit plus de lentille, le nerf arrive par le sommet de l'organe et le réflecteur a la forme parabolique. Les figures 12 et 13 montrent quelle est la position de l'organe lumineux dans l'ensemble de l'œil.

Le dimorphisme que nous venons de constater

dans les Euphausides n'est rien auprès de la variété que nous offrent les Poissons. Ici, le caractère glandulaire est nettement accentué, mais avec un polymorphisme étonnant que mettent bien en évidence les recherches récentes de Brauer¹, sur les collections de la *Valdivia*. Un type moyen nous en est fourni par la figure 4 qui représente un de ces organes chez un *Stomias*. On y constate : l'élément fondamental, c'est-à-dire les cellules glandulaires *dr* photogènes, à contenu granuleux et à noyau périphérique; des cellules réfringentes *l*, dont l'ensemble forme lentille; un tissu particulier *r* joue le

rôle de réflecteur, et le tout est enveloppé vers la profondeur par un manteau de pigment; du côté extérieur, le tégument est transparent à la façon d'une cornée. Il s'agit ici d'un organe clos; mais, quelquefois, on a une glande ouverte (organes tentaculaires des *Ceratiidae* et *Oncoccephalidae*). La nature glandulaire est masquée chez les Myctophides, mais les recherches de Brauer indiquent la communauté d'origine de ce cas et des précédents. Enfin, sans entrer davantage dans des détails, parmi les plus curieux de ces organes, sont ceux, d'ailleurs très répandus, qui, simples ou associés de façons

complexes, sont disposés autour des yeux, projetant souvent (comme dans le cas de la figure 5) leur lumière dans la chambre antérieure de l'œil.

Chez les Céphalopodes, la phosphorescence, souvent magnifique et de couleurs variées, a été constatée tout d'abord par Vérany à Nice, en 1834, sur des *Histioteuthis*; mais les organes lumineux eux-mêmes n'ont guère été étudiés qu'à partir de 1893, en France par Joubin², en Angleterre par Hoyle. Ces auteurs les ont signalés dans plusieurs familles de Décapodes (tous les Myopsides et quelques Oëgopsides). Les récoltes de la *Valdivia* ont permis à

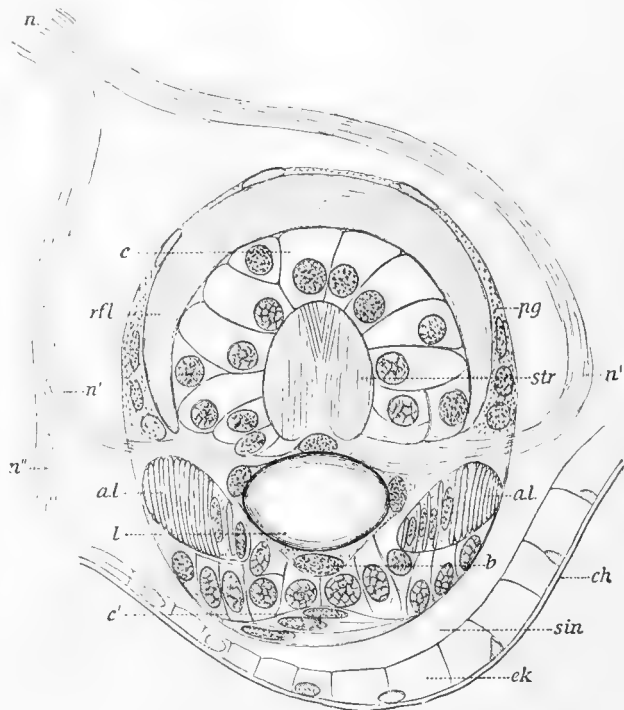


Fig. 2. — Organe lumineux thoracique de *Nematoscelis rostrata* (coupe longitudinale). — *n*, *n'*, *n''*, nerfs; *l*, lentille; *pg*, pigment; *rfl*, réflecteur; *str*, corps strié (d'après Chun, *Biolog. Centralbl.*, t. XIII).

¹ CHUN : Leuchtorgan und Facettenauge, *Biolog. Centralbl.*, t. XIII, 1893, et *Atlantis*, ch. VI, *Bibliotheca Zoologica*, Heft 19, 1896.

² BRAUER : Ueber die Leuchtorgane der Knochenfische. *Verhdl. Deutsch. Zool. Gesellsch.*, 1904.

³ JOUBIN : *Bull. Soc. Sc. et Méd. de l'Ouest*, t. II, 1893, etc... — V. *Notice sur ses trav. scientifiques*, Rennes, 1902.

Chun¹ d'étendre ces observations. Comme chez les Poissons, le nombre, la disposition et la structure des organes lumineux sont des plus variés. Nous en reproduisons ici un exemple emprunté au genre *Calliteuthis* (fig. 6). On y retrouve les parties correspondant aux cas qui précèdent : le tissu photogène *phot* rappelant celui des Poissons, le tissu réfringent formant lentille *l*, un réflecteur supérieur *spec*, l'enveloppe pigmentaire *pg* et, à l'intérieur de celle-ci, un tissu formé de cellules fusiformes constituant un *tapis*, grâce auquel ces organes ont souvent l'éclat de la nacre. L'homologation des parties dans les divers cas des autres Céphalopodes

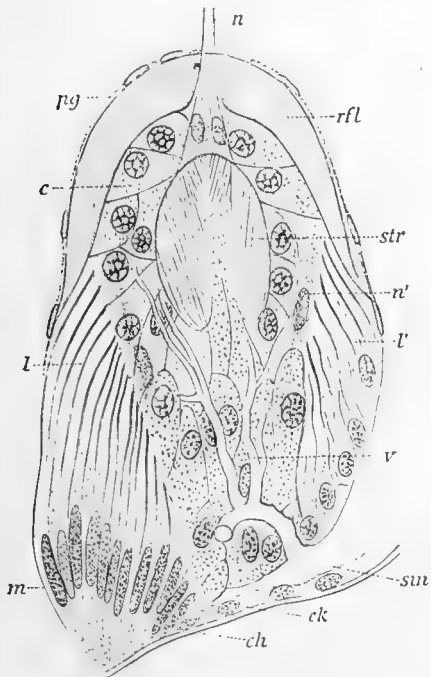


Fig. 3. — Organe lumineux intraoculaire (voir fig. 12 et 13) de *Nematoscelis rostrata* (Coupe longitudinale). — Même signification des lettres que dans la figure 2.

n'est pas sans présenter parfois une certaine incertitude; le tissu photogène, en particulier, est assez difficile à identifier, en l'absence de constatations et d'expériences précises *in vivo*.

Pour donner une idée du polymorphisme des organes lumineux des Céphalopodes, nous ajouterons que, dans le genre *Thaumtolampas* découvert par la *Valdivia*, les organes lumineux, au nombre total de vingt-six (sur les tentacules, autour des yeux, à la face ventrale du corps, dans la cavité palléale), n'appartiennent pas à moins de dix types distincts.

La riche vascularisation, presque absolument générale dans tous ces organes, indique que le

sang doit jouer un rôle dans la production de la lumière, soit par l'apport d'oxygène, soit par celui de substances diastasiques. Quant à l'innervation, elle est plus ou moins bien différenciée; diverses

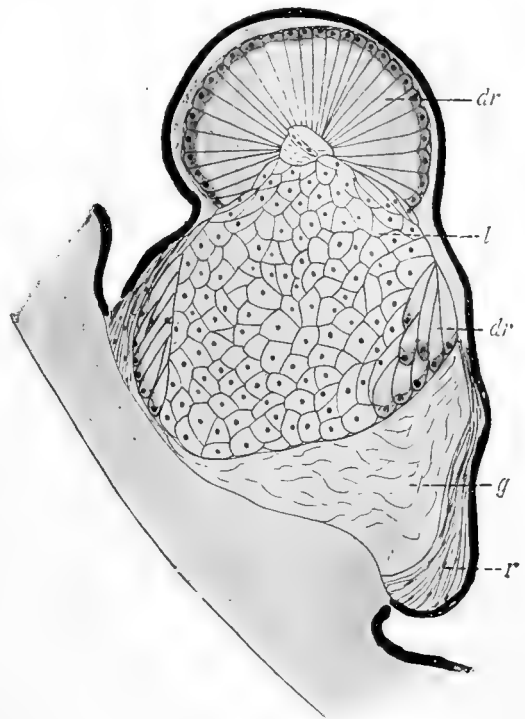


Fig. 4. — Organe lumineux latéral de *Stomias*. — *dr*, cellules photogènes; *l*, tissu formant lentille; *r*, réflecteur. (d'après Brauer, *Verhdl. deutsch Zool. Gesellsch.*, 1904).

observations faites sur les Céphalopodes paraissent bien indiquer que, là, la luminosité est soumise à la

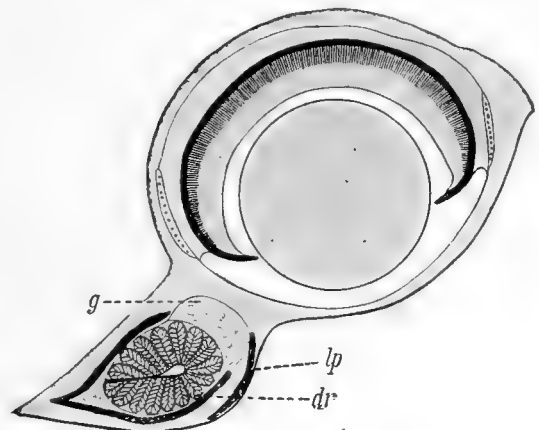


Fig. 5. — Œil et organe lumineux périorbitaire de *Cyclothone* (d'après Brauer, *Ibid.*).

volonté de l'animal; dans d'autres cas, elle peut être purement réflexe.

Le rôle biologique des organes lumineux, en l'absence d'expériences suivies, est loin d'être bien connu. L'éclaircissement qu'ils produisent est-il utili-

¹ CHUN : Ueber Leuchtorgane und Augen der Tiefseecephalopoden, *Verhdl. Deutsch. Zool. Gesellsch.*, 1903.

lisé directement par l'individu qui les porte? La réponse semble devoir être affirmative pour un certain nombre, dont les faisceaux éclairent le champ visuel de l'animal, comme, par exemple, les organes intra- ou périoculaires; mais quelle est la fonction de ceux de ces derniers qui projettent leur lumière dans la chambre antérieure de l'œil? Est-ce, comme le suggère Brauer, de rendre l'œil sensible à certaines radiations spéciales?

La plupart de ces organes sont placés de façon

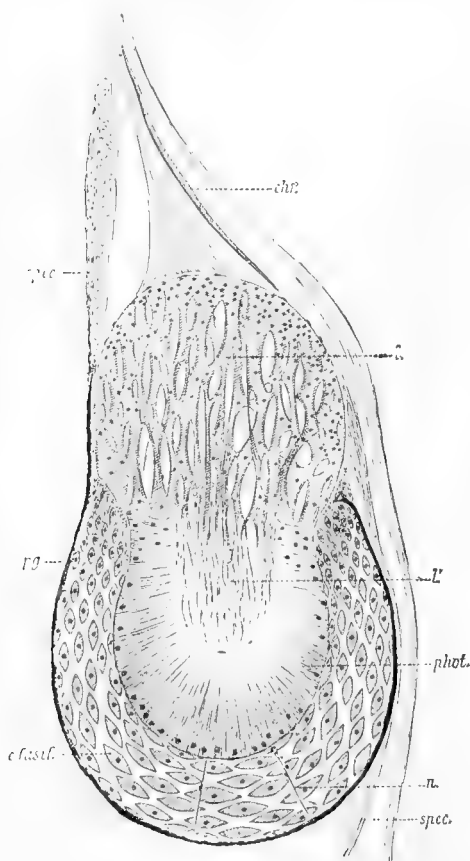


Fig. 6. — Coupe longitudinale d'un organe lumineux de *Calliteuthis reversa*. — *Spec.*, miroir; *pg.*, pigment; *c. fusil.*, cellules fusiformes (réflecteur); *phot.*, tissu photogène; *L.*, *P.*, tissu réfractant (lentille); *chr.*, chromatophore (d'après Chun, *Verh. Deutsch. Zool. Gesellsch.*, 1903).

que les yeux ne peuvent voir l'espace éclairé; leur signification est donc différente. On a émis l'hypothèse qu'ils attireraient des proies par leur luminosité, hypothèse assez plausible, d'après ce que l'on sait de la faune superficielle et des expériences de pêches faites la nuit avec des lampes à incandescence immergées.

Enfin, dans ces derniers temps, une autre explication a été proposée par Brauer. Le nombre et la disposition des organes lumineux sont des plus variés suivant les espèces. Dans certains Poissons, ils sont disposés par rangées latérales; ailleurs, ils sont aussi serrés que les glandes cutanées d'une

Salamandre. Chez les Céphalopodes, on a pu constater, d'une façon positive, qu'ils émettaient des lumières de couleurs variées, soit directement, soit par des phénomènes d'interférence, ou par la couleur des réflecteurs ou celle des pigments traversés par le faisceau lumineux. De plus, dans leur variété, ces organes sont excellents pour déterminer les diverses espèces. A chaque espèce correspond une disposition propre; les deux sexes, souvent, offrent des différences caractéristiques. Il faut donc se représenter que, dans les eaux obscures des abysses, où les couleurs ne seraient pas visibles, où, d'ailleurs, presque tous les animaux ont une coloration tégumentaire uniforme, rouge chez beaucoup de Crustacés, noire chez beaucoup de Poissons, ces organes lumineux réalisent, pour chaque espèce et même pour chaque sexe, un dessin lumineux coloré caractéristique; il est très plausible d'admettre alors que leur ensemble soit l'équivalent biologique des couleurs et du dessin du tégument chez les animaux de la zone éclairée, et jouent le même rôle, extrêmement complexe d'ailleurs. A cela se rattachent toutes les questions de mimétisme; par le dessin se reconnaissent sans doute les congénères, les deux sexes d'une espèce. On peut penser que les organes lumineux des animaux de profondeur ont une fonction analogue. Il appartiendra aux explorations futures de s'appliquer à résoudre tous ces problèmes, qui, jusqu'ici, ont été naturellement subordonnés aux questions fauniques et taxonomiques.

IV

Si la lumière produite par les animaux abyssaux explique chez eux la conservation des yeux, il reste à rendre compte de la disparition de ces organes chez un certain nombre d'entre eux. On a depuis longtemps cherché la raison de ces différences dans les divers modes de vie. Les yeux s'atrophient chez les formes du fond, dont l'existence est particulièrement sédentaire, surtout chez celles qui sont enfoncées dans la vase; ils se conservent chez les espèces agiles et surtout chez les pélagiques. C'est, en effet, chez ces dernières, et particulièrement chez celles qui ont un facies nettement prédateur, que les yeux s'hypertrophient. Mais cette explication, qui paraît vraie en général, ne s'applique pas à tous les cas. Il y a des animaux nageurs chez lesquels les yeux s'atrophient: tels les *Mysidæ* qui sont figurés au début de cet article. Les *Eryonidæ*, ces Décapodes que l'on ne connaissait avant les explorations abyssales que dans les dépôts jurassiques, et dont la plupart (*Polycheles*, *Willemoesia*, etc.) vivent sur le fond, sont aveugles; mais il en est de même, dans cette

famille, du genre *Eryonicus*, qui est pélagique. Les Amphipodes, du groupe des Hypérides, pélagiques typiques, sont représentés dans les grands fonds par des espèces parfois très grandes, dont les unes ont les yeux les plus gros que l'on connaisse chez les Crustacés (*Thaumatops*), dont les autres (*Mimonectes*) sont aveugles. Ces exceptions tiennent à ce que le déterminisme de la régression n'est pas aussi simple. Il faudrait, sans doute, tenir compte du passé de chaque espèce, ordre de faits, d'ailleurs, à peu près inaccessible. Tout indique aussi que les circonstances du développement ont une grande importance, et Doflein¹ vient de faire, à ce sujet, en étudiant les Crabes de la *Valldivia*, une série de constatations très suggestives.

On peut distinguer parmi les Crabes, tous animaux du fond, deux catégories d'après leur structure et leur mode de vie probable. Les uns sont très sédentaires, les autres agiles; or, les premiers ont les yeux plus ou moins atrophiés, les seconds les ont bien conservés. Cela rentre dans la règle précédente. Mais le développement fournit une autre distinction entre ces animaux, qui aboutit à deux catégories composées des mêmes espèces qu'avec le critérium précédent. Comme les Décapodes portent leurs œufs sous la face ventrale, on connaît ceux d'un grand nombre d'espèces de profondeur, et, depuis les observations de Willemoes-Suhm, pendant la campagne du *Challenger*, on a été frappé du fait que, chez un grand nombre de Crustacés abyssaux, les œufs sont gros, peu nombreux, à éclosion plus tardive, en général, que dans les formes littorales correspondantes. Pour les Crabes, il en est ainsi. Il y a toute une série d'espèces dont les œufs, au lieu d'éclore à l'état de *Zoea*, de mener une vie larvaire pélagique, et de retomber au fond après la métamorphose, éclosent au stade *Megalopa* ou même déjà semblables à l'adulte et mènent immédiatement la vie sédentaire de celui-ci sur le fond. Doflein a dressé la liste des espèces où il en est ainsi et la liste de celles où les œufs, restés petits et nombreux, donnent une *Zoea* pélagique. Or, il se trouve que chez les premières l'œil est atrophié, tandis que chez les secondes il est conservé. Sans pouvoir établir avec précision qu'il y a là une relation de cause à effet, ces coïncidences répétées autorisent à le supposer. Les larves pélagiques des animaux des grands fonds effectuent des migrations verticales considérables, soit activement, soit passivement emportées par les courants. Ainsi s'explique la capture accidentelle, près de la surface, de formes qui ont un

facies abyssal très accentué. Chun en a cité une série d'exemples typiques : tels sont, entre autres, les *Stylocheiron*, Euphausides essentiellement de profondeur, qu'il a récoltés quelquefois dans les couches superficielles, aux Açores, à la pleine lune, période où paraissent exister là des courants de fond considérables. Chez les Crabes en question, une phase larvaire pélagique, et parfois temporairement superficielle, revenant à chaque génération, a pu fort bien contribuer à conserver les yeux, tandis qu'ils disparaissaient chez les types où le jeune mène d'emblée la vie benthique. Cette remarque s'étend d'elle-même aux autres Crustacés du fond, comme les Galathéides (*Galathodes*, *Ptychogaster*), les Eryonides, dont les œufs sont souvent très gros et la métamorphose très abrégée. Il y a là une direction où il serait utile de faire des observations nombreuses et précises.

Doflein a montré, du reste, à la fin de ce même Mémoire, que l'analyse permettait d'étendre encore les conséquences morphologiques de ces remarques éthologiques. On trouve là une application des idées émises autrefois par Moritz Wagner sur l'importance de l'*amixie* comme cause de la formation d'espèces nouvelles. Ces idées ont été reprises plus récemment par Döderlein¹ et ont conduit cet auteur à formuler la loi suivante : *Le nombre des formes adaptatives et géographiques d'un type donné, existant sur une aire donnée, est en raison inverse du degré de vagilité (possibilité de déplacement) du type considéré.* Les types fixés, comme les coraux étudiés particulièrement par Döderlein, offrent un nombre presque infini de variations qui sont, pour le zoologiste, un obstacle énorme à la détermination. Les types très mobiles, comme les oiseaux de passage, offrent, au contraire, des espèces très uniformes et bien délimitées. Tous les naturalistes pourront faire et ont déjà fait de nombreuses applications de ce principe (Mollusques des faunes insulaires, etc.). L'uniformité des types *vagiles* s'explique par le mélange et les croisements constants d'individus de diverses localités; tandis que, chez les espèces sédentaires, si une variation survient en un point sur un certain nombre d'individus, elle s'y maintient et s'établit en une variété, par la limitation des croisements aux individus relativement peu nombreux de la localité considérée². Or, les Crabes abyssaux nous offrent une application très intéressante de ces principes et qui explique, en particulier, un exemple célèbre, mal interprété jusqu'à ces derniers temps.

¹ DÖDERLEIN : Ueber die Beziehungen nahe verwandter Tierformen zu einander. *Zeitsch. f. Morph. u. Anthropol.*, t. IV, 1902.

² Il y aurait lieu d'appliquer, en outre, à ces variations les lois mendéliennes.

¹ DOFLEIN : Die Augen der Tiefseekrabben. *Biolog. Centralbl.*, t. XXIII, 1903, et *Wissensch. Ergebn. der Deutsch. Tiefseee Expedition*, t. VI, 1904 (*Brachyura*).

Comme le fait observer Doflein, les espèces de Crabes agiles (*Geryon*, *Platymaia*, *Lispognathus*), à yeux bien conservés, à vie larvaire pélagique, sont bien délimitées morphologiquement et très uniformes sur de grandes étendues géographiques, tandis que les types sédentaires, à yeux atrophiés, sans formes larvaires pélagiques, offrent des espèces très nombreuses et parfois mal définies. Ainsi, aux très nombreuses formes que le genre *Ethusa* présente dans les eaux peu profondes, correspond, en profondeur, un nombre non moins considérable d'espèces d'*Ethusina*; on doit y voir probablement des variétés locales nées par amixie. Or, Wyville Thomson, au cours des premières expéditions anglaises (*Lightning*, *Porcupine*), avait signalé une espèce voisine des *Ethusa*, qui, depuis, a été appelée *Cymonomus granulatus*, et il avait noté que, chez des exemplaires vivant à moins de 400 brasses, la régression des yeux était bien moins considérable que chez des individus dragués entre 5 et 700 brasses. Il attribuait ces variations à l'influence directe de la profondeur. Cette opinion a été combattue par divers auteurs, notamment par Bouvier. L'étude des échantillons de W. Thomson a été fort judicieusement reprise, l'an dernier, par E. Ray Lankester¹, et ils ont été comparés aussi à des *Cymonomus* voisins recueillis en divers points par le *Blake*, le *Talisman*, l'*Ingolf*, la *Valdivia* et décrits comme espèces distinctes. La conclusion a

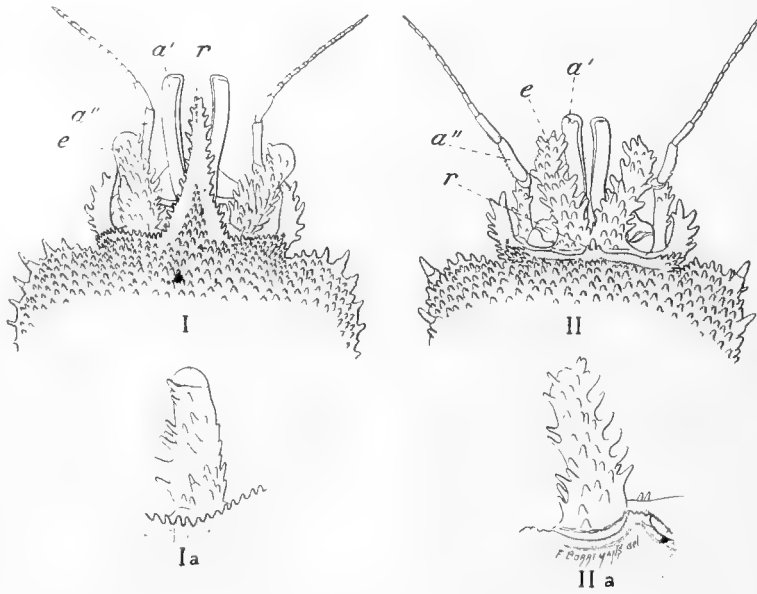


Fig. 7. — Région frontale de *Cymonomus granulatus* (I) et de *C. Normanni* (II); Ia, pédoncule oculaire de *C. granulatus*; IIa, pédoncule oculaire de *C. Normanni*; a', antennule; a'', antenne; r, rostre; e, œil (d'après Ray Lankester: *Quart. Jour. Micr. Sc.*, t. XLVII).

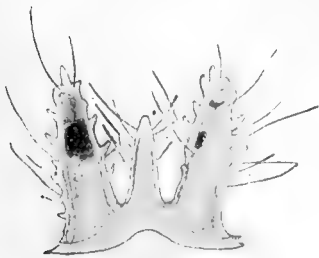


Fig. 8. — Rostre et yeux d'un *Cymonomus granulatus* récolté par la *Valdivia* (d'ap. Doflein: *Biolog. Centralbl.*, t. XXIII).

été que les différences signalées par Sir Wyville Thomson sont d'ordre géographique et non pas en relation avec la profondeur plus ou moins grande; ces individus diffèrent entre eux non seulement par les yeux, mais par le rostre, etc., et autant que les autres *Cymonomus* provenant des diverses expéditions citées. Lankester donne à ces diverses formes la valeur d'espèces; Doflein en fait de simples variétés géographiques de l'espèce unique *Cymonomus granulatus*, divergences d'appréciation et de nomenclature sans importance au fond. L'existence de ces variations s'explique en tout cas fort bien par l'amixie. La figure 7 représente les deux types de *Cymonomus granulatus* signalés par Wyville Thomson, et si souvent cités, et les pédoncules oculaires correspondants, et la figure 8, les yeux d'un exemplaire de la *Valdivia* publié par Doflein.

Cet auteur a retrouvé des faits auxquels il convient de donner la même interprétation chez le *Cyclodorippe uncinifera*, forme assez voisine des *Cymonomus*.

Des exemplaires provenant de diverses localités et de diverses profondeurs montrent, ainsi que l'indiquent les figures 9 et 10, de grandes différences dans le degré de régression des yeux. Ici, en outre, Doflein a pu comparer des échantillons de niveaux différents, mais de localités très voisines (Japon), et retrouver les mêmes variations, ce qui indiquerait que ces variations peuvent se produire sur des points très rapprochés géographiquement.

Si nous cherchons maintenant à résoudre la question posée en tête de ce paragraphe: quelle est la cause efficiente et quel est le mécanisme de la disparition des yeux? nous trouvons dans les données précédentes des indications qui nous paraissent plaider dans le sens lamarckien, c'est-à-dire en faveur d'une action directe du milieu. La conclusion nous paraît s'imposer mieux encore que pour la forme obscuricole non marine, où pourtant la tendance à la cécité est générale. Car, dans les

¹ *Loc. cit.*

abysses, nous voyons que précisément les types qui deviennent aveugles sont ceux, ou qui vivent dans des conditions les soustrayant plus ou moins à l'action de la phosphorescence animale, ou qui, par les conditions de leur développement, sont soumis, pendant toute la série phylogénétique, à l'obscurité et ne remontent pas temporairement à la lumière. C'est donc surtout la continuité ou la discontinuité de l'action du milieu obscur qui paraît faire le départ entre les formes où l'œil régresse et celles où il s'hypertrophie et s'adapte, comme nous allons l'étudier maintenant. L'action de la sélection peut évidemment se faire sentir, mais il nous semble que le facteur déterminant, primaire, est l'action externe du milieu. Il n'y a là évidemment qu'une présomption; il ne peut être question d'une preuve rigoureuse, mais elle nous paraît en harmonie avec les

continue du milieu. Ces cas nous semblent établir une forte présomption en faveur de l'action lamarckienne. C'est donc de ce côté qu'il faudrait, à notre sens, chercher à accumuler les observations et les expériences, si tant est que ces dernières soient faisables dans les limites de temps dont nous disposons.

Mais, si nous concluons à une action primaire et prépondérante des facteurs lamarckiens pour la régression des yeux, il ne faut pas chercher à tout expliquer par là. Le cas du genre *Cymonomus*, avec ses nombreuses formes locales, où non seulement les yeux, mais une foule d'autres caractères (rostre, etc.) ont varié, comme cela ressort des figures publiées, éveille l'idée de mutation au sens de de Vries. Nous nous bornons à cette indication: il est évident qu'à propos de chaque cas parti-

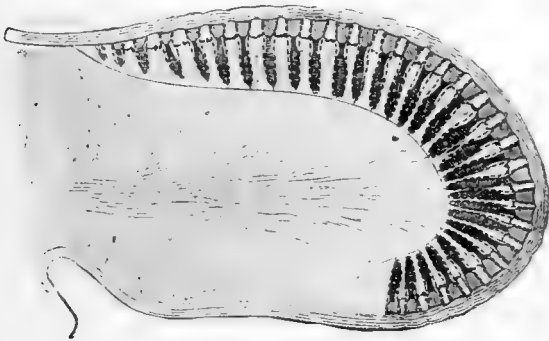


Fig. 9.

Fig. 9. — Coupe d'un œil de *Cyclodorippe uncifera* dragué par 50 mètres de profondeur.

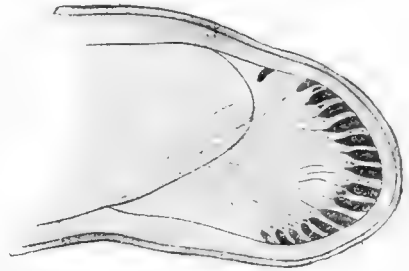


Fig. 10.

Fig. 10. — Coupe d'un œil d'un individu de la même espèce, dragué par 700 mètres de profondeur.

faits et introduire dans la question le minimum de postulats gratuits. Weismann et les néodarwiniens voient, dans ce cas comme dans les autres, l'intervention prépondérante et déterminante de la sélection, l'appliquant directement pour la formation des yeux hypertrophiés, expliquant les atrophies par la cessation de la sélection et la variation désordonnée qu'ils appellent *panmixie*. Mais c'est précisément là une de ces arbitraires, comme il en entre dans la plupart des raisonnements weismanniens, grâce auxquelles il est toujours possible de faire rentrer les faits dans une forme logique d'argumentation, sans pour cela qu'on arrive à la fin à la solution unique nécessaire que doit renfermer la réalité; tout comme dans un problème de Mathématiques où le nombre des variables arbitraires est supérieur à celui des équations et où il y a une infinité de solutions qu'on obtient à volonté en donnant à certaines de ces variables une valeur particulière.

La faune obscuricole non marine nous présente un certain nombre de cas, comme, par exemple, celui des mines de Klausthal, où elle est d'origine très récente et où l'on saisit l'action graduelle et

culier, c'est tout le problème transformiste qui se pose.

V

Nous n'avons jusqu'ici envisagé que le cas, plutôt exceptionnel, où les yeux s'atrophient; il est non moins intéressant de considérer celui, beaucoup plus fréquent, où ils se conservent et même s'hypertrophient, ou mieux s'adaptent. C'est là une étude qui est à peine commencée, mais qui, ainsi qu'on va le voir, a déjà donné des résultats extrêmement intéressants en eux-mêmes et par leur signification générale. Il y a là surtout l'indication d'un très grand nombre de questions à résoudre; nous nous bornerons à quelques-unes pour lesquelles une solution a été proposée et qui, en particulier, sont des exemples très nets de modifications parallèles dans des groupes indépendants, sous l'action des mêmes conditions de milieu, ou, d'un mot, des exemples de *convergence*.

Beaucoup des transformations de l'œil chez les animaux abyssaux sont parallèles à celles que l'on rencontre parmi les animaux terrestres noc-

turnes, dont l'œil s'est aussi adapté à la vision dans des milieux très faiblement éclairés. Cette adaptation particulière a été jusqu'ici insuffisamment étudiée. On sait, cependant, que, chez les Vertébrés nocturnes, Mammifères (Chauves-Souris, Lémuriens, etc.) ou Oiseaux, etc., d'une manière générale, la nyctalopie est corrélative d'un accroissement dans les dimensions du globe oculaire et dans le pouvoir régulateur de l'entrée des rayons lumineux (ouverture de l'iris). H. Milne Edwards¹ a résumé ce que l'on connaissait, il y a vingt-cinq ans, à cet égard et fort judicieusement pressenti l'intérêt de l'étude de cette adaptation spéciale de l'œil : « Je suis disposé, dit-il, par exemple, à croire que la grosseur des yeux de la plupart des jeunes Crustacés pélagiens est en rapport avec les conditions d'éclairage dans lesquelles ces animaux se trouvent », et il oppose les gros yeux des larves pélagiques des Crabes à ceux, plus petits, des adultes littoraux. Il y aurait évidemment beaucoup à faire dans cette direction : on sait que la plupart des formes pélagiques ont des yeux très développés ; on n'a pas suffisamment rattaché ce fait aux conditions physiques où elles se trouvent, en particulier à leurs mouvements verticaux, à leurs migrations le jour ou la nuit, etc... Chun est l'auteur que ces questions ont le plus préoccupé et nous allons voir qu'il y a moissonné des résultats importants. Sous son impulsion, l'Expédition de la *Valdivia* y apportera une contribution intéressante.

C'est chez les Crustacés qu'une partie des faits les plus significatifs ont été rencontrés, et, comme ils reposent sur des interprétations assez récentes de la vision chez ces animaux, il n'est pas inutile de rappeler tout d'abord rapidement les conditions de celle-ci. Les Crustacés supérieurs ont, comme on sait, des yeux composés. Chaque facette (fig. 11) forme un œil élémentaire, où l'on peut distinguer : 1° une partie dioptrique, composée d'une *cornée* (simple différenciation de la cuticule) plus ou moins convexe et d'un corps réfringent ou *cône cristallin* K; 2° une partie sensorielle S ou *rétinule*, comprenant généralement 7-8 cellules allongées suivant l'axe de la facette et ayant différencié collectivement, suivant l'axe, une production particulière en forme de bâtonnet, le *rhabdome*. Aux rhabdomes aboutissent les terminaisons des fibres du nerf optique N; c'est lui qui reçoit et transforme les impressions lumineuses. Entre les différentes facettes, se trouvent des cellules pigmentaires qui les isolent les unes des autres par un manchon absorbant. Cet appareil pigmentaire se compose de

deux portions : l'une associée à la partie dioptrique; nous l'appellerons pigment iridien Ip; l'autre associée à la partie sensorielle, nous l'appellerons pigment rétinien Rp.

La physiologie de yeux à facettes a fait, assez récemment, de grands progrès entre les mains de S. Exner². Exner, en effet, a fait une étude précise des propriétés optiques des cônes cristallins et montré que ce sont des corps où l'indice de réfraction croît d'une façon continue de l'axe à la surface latérale suivant les directions radiales. Il a construit la marche des rayons lumineux à leur intérieur, qui est très différente de ce qui se passe dans les lentilles sphériques. Je ne puis entrer ici dans le détail, pour lequel je renvoie à son ouvrage. Je me contente d'indiquer qu'il a été amené à conclure que, dans les yeux des Arthropodes, la cornée ne joue qu'un très faible rôle et que les cônes cristallins doivent, comme l'avait supposé autrefois J. Müller, donner des images réelles et droites. Il l'a, d'ailleurs, vérifié expérimentalement d'une façon très ingénieuse.

Il a fait aussi expérimentalement une autre constatation capitale. C'est que, au moins chez les Arthropodes qui voient le jour et la nuit (papillons nocturnes, la plupart des Crustacés, etc.), les pigments iridien et rétinien sont mobiles. A la lumière, ces pigments se disposent comme dans la moitié gauche de la figure, l'iridien étant descendu vers les rétinules, le rétinien ayant rejoint le premier; tandis qu'à l'obscurité (voir la partie droite de la figure) ces pigments s'écartent, l'iridien enveloppant plus ou moins complètement les cônes cristallins, le rétinien étant repoussé souvent jusque dans la couche des fibres du nerf optique. C'est ce qu'il a vu en sacrifiant des papillons de nuit ou des Crustacés, après séjour à la lumière ou à l'obscurité et étudiant directement l'œil. Ces migrations du pigment ont été constatées de même par M. Stefanovska³, sur divers Insectes et Arachnides, par W. Szczawinska⁴ chez divers Crustacés, et enfin par G. H. Parker⁴ dans le même groupe. Exner a montré qu'elles avaient une importance capitale pour la vision. Dans la position diurne du pigment, les diverses rétinules, étant entourées latéralement d'un écran absorbant, ne peuvent recevoir que les rayons arrivant suivant leur axe, c'est-à-dire provenant du cône cristallin qui leur correspond directement. Sur chaque rhabdome se forme une image partielle droite; l'image d'ensemble résulte de l'apposition de toutes ces images partielles; c'est la

¹ S. EXNER : Die Physiologie der facettierten Augen der Insekten und Krebse — Leipzig et Vienne, 1891.

² *Recueil Zool. Suisse*, t. V, 1889.

³ *Archives de Biologie*, t. X, 1891.

⁴ *Mittheil. Zool. Stat. Neapel*, 1895.

¹ H. MILNE EDWARDS : Leçons sur la physiologie, etc., t. XII, p. 417, 1877.

vision en *mosaïque* de J. Müller; elle est la règle chez les Arthropodes diurnes. Tandis que, dans la position nocturne du pigment, les rétines, étant à nu, peuvent recevoir latéralement des rayons sortis obliquement des extrémités inférieures des

image *unique*; Exner a vérifié aussi ce point expérimentalement sur des yeux de Vers luisants (*Lamproyrus noctiluea*). La réalisation de ces images par superposition est naturellement favorisée par l'écartement entre les cônes cristallins et les

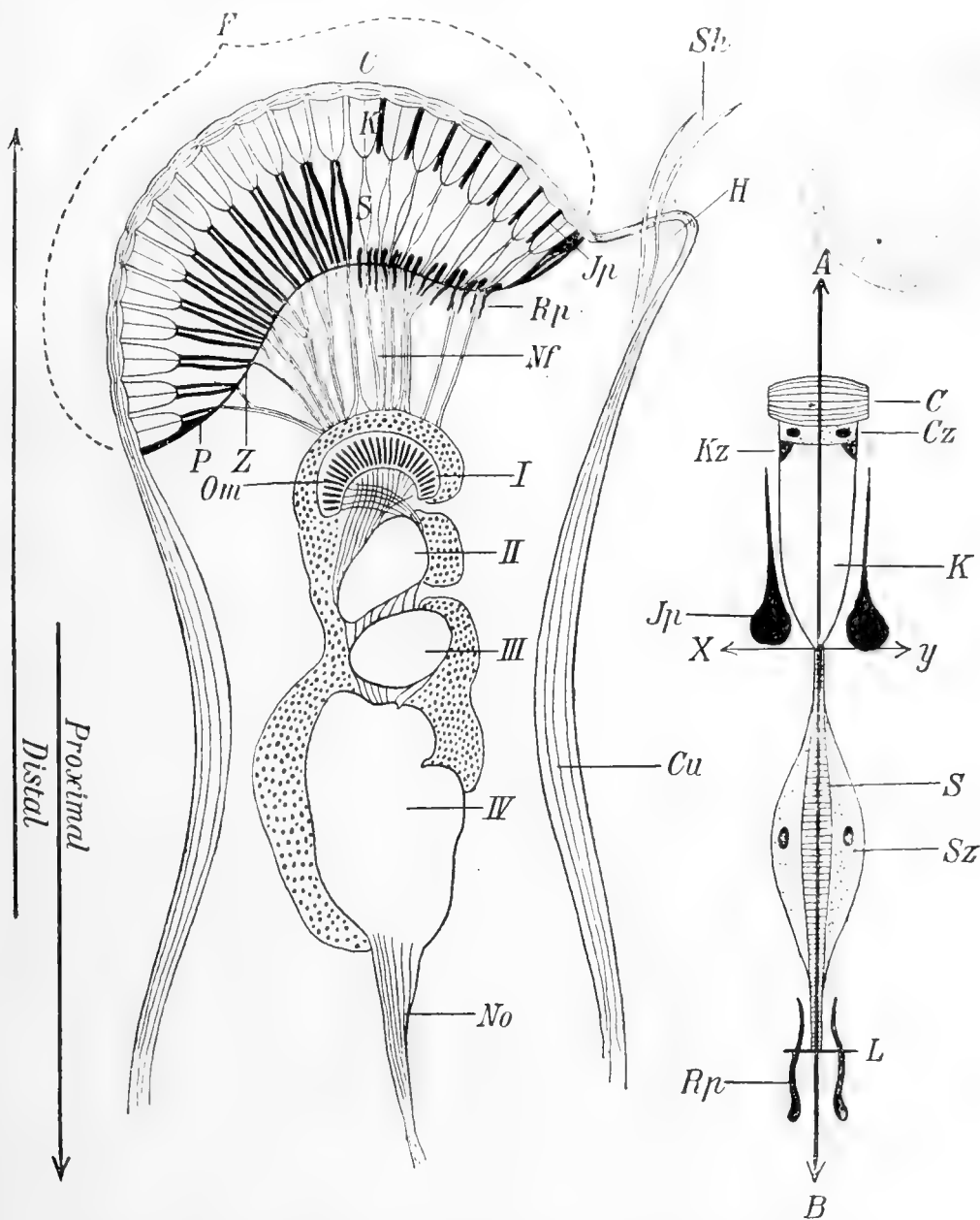


Fig. 11. — Schéma d'œil de Crustacé (Crabe, coupe longitudinale). — F, facettes; C, cornées; K, cônes cristallins; S, rhabdomes; Jp, pigment iridien; Rp, pigment rétinien; Z, lame fenêtrée; Nf, fibres nerveuses; No, nerf optique; Sh, soies sensorielles. A droite, détail d'une facette d'après Dollein: Brachyopes de la *Valdivia*.

autres cônes cristallins. Chacune recevra donc plusieurs faisceaux qui se superposeront. Il y aura ainsi un renforcement de l'impression optique, propice à la vision dans un milieu peu éclairé. Un groupe de cônes cristallins concourra donc à donner par *superposition* sur un rhabdome une

rhabdome, et l'on constate, en effet, chez les Arthropodes nocturnes, un allongement de cette région de l'œil. Une discussion détaillée montre que ces images par *superposition* doivent donner une représentation moins nette de la forme des objets que la vision par *apposition*, où chaque image partielle est

très pure; ici, autour du rhabdome, où se peint l'image proprement dite d'un point lumineux, tous les rhabdomes voisins, à l'intérieur d'un cercle que nous appellerons *cercle de diffusion*, sont plus ou moins confusément impressionnés, et, s'il s'agit d'un objet étendu, il y a chevauchement de ces cercles de diffusion les uns sur les autres. Par contre, s'il s'agit de points lumineux petits et mobiles, le cercle de diffusion se déplace avec l'objet, et l'œil se trouve par là particulièrement bien adapté pour la perception de ces points dans l'obscurité. Exner a montré aussi que, dans les cônes cristallins, la lumière pouvait cheminer par réflexion totale sur leurs parois, et il a pu faire de cela des applications intéressantes. Il y a là, on le voit, tout un ensemble de données physiologiques, qui ont fourni à Chun notamment, et à d'autres ensuite, la clé de la plupart des particularités des yeux des Crustacés abyssaux.

Remarquons, avant d'y arriver, que les migrations pigmentaires sous l'influence de la lumière, qui, d'après ce qu'on vient de voir, ont une valeur décisive pour la nature de la vision chez les Arthropodes, ont leur équivalent histologique chez les Vertébrés et les Céphalopodes. Chez les Vertébrés, les bâtonnets et les cônes situés à la face postérieure de la rétine sont plus ou moins noyés dans du pigment appartenant à l'épithélium rétinien externe. Chez les Céphalopodes, où les bâtonnets sont à la face antérieure, ils sont aussi enveloppés d'un pigment qui se relie, par des trainées, à une couche très pigmentée placée à la face postérieure.

Or, chez des Grenouilles, Engelmann¹ a constaté expérimentalement qu'à l'obscurité le pigment se rétracte dans l'épithélium, laissant à nu les cônes et bâtonnets, et, chez les Céphalopodes, Rawitz² a fait la constatation des mêmes migrations du pigment à la lumière et à l'obscurité.

Si nous examinons maintenant les yeux des animaux abyssaux, nous voyons d'abord, chez les Poissons, les Céphalopodes et les Crustacés, des faits significatifs et très généraux dans la distribu-

tion du pigment. Celui-ci, chez les animaux diurnes, formait des écrans qui paraissaient protéger les appareils sensoriels terminaux (cônes, bâtonnets, rhabdomes) contre une action trop vive de la lumière; or, dans les animaux abyssaux, nous voyons: 1° sa diminution et même sa disparition; 2° sa répartition (quand il persiste) dans la position correspondant à l'obscurité chez les animaux de la zone éclairée.

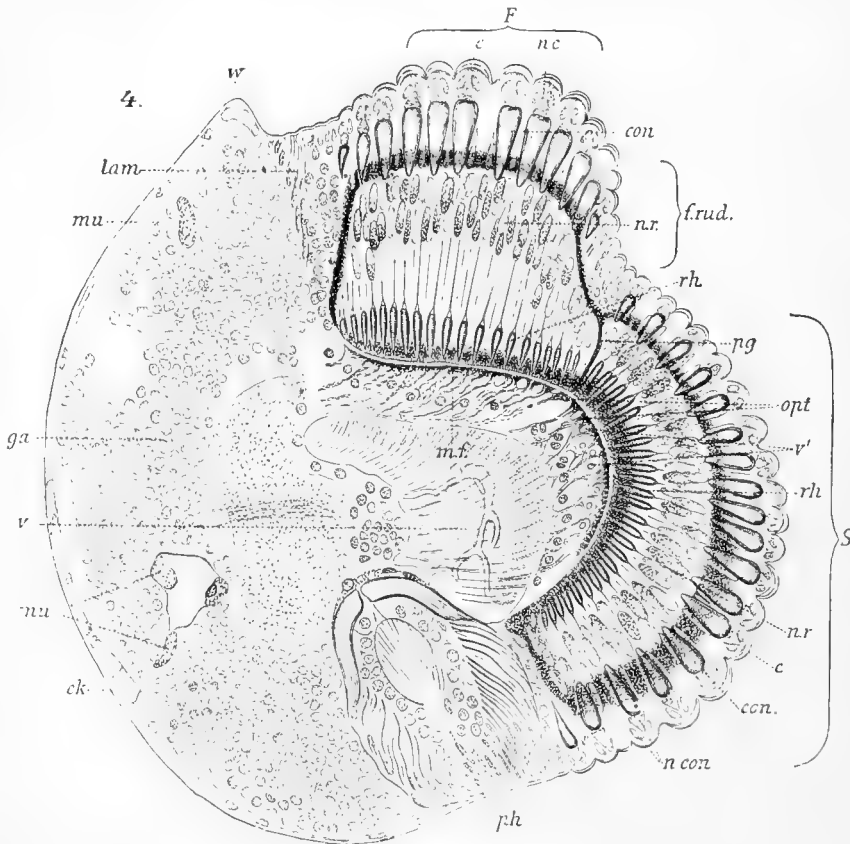


Fig. 12. — Coupe longitudinale de l'œil de *Nematospelis rostrata*. — F, région frontale; S, portion latérale; f. rud., facettes rudimentaires; c, cornées; con., cônes cristallins; rh, rhabdomes; ph, organe lumineux (d'après Chun, *Biol. Centralbl.*, t. XIII).

C'est ce que Chun, Brauer et Doflein ont constaté et systématisé chez les Céphalopodes, les Poissons et les Crustacés. Chun a montré, de plus, que le pigment qui, chez les types de la région éclairée, est mobile, se fixe dans la position d'obscurité chez ceux qui y vivent en permanence, c'est-à-dire chez les formes nettement abyssales. Il a eu l'occasion, en effet, de récolter, à la surface, des formes essentiellement abyssales, comme les Schizopodes du

¹ Sur les mouvements des cônes et des bâtonnets pigmentaires et la rétine sous l'influence de la lumière et du système nerveux. 1881.

² *Zool. Anzeiger*, t. XIV et *Archiv. für Anat. und Physiol. (Phys. Abth.)*, 1892.

genre *Stylocheiron*, qui y avaient été accidentellement ramenées par des courants; malgré un séjour de quelques heures à la lumière, le pigment iridien avait conservé la position de l'obscurité (fig. 13). Il a fait aussi cette autre constatation, non moins

intéressante, que cette disposition du pigment était beaucoup plus nette chez les adultes que chez les individus jeunes et les larves, par exemple chez les Poissons et les Céphalopodes. Cela s'explique aisément parce que l'adulte ne quitte pas la profondeur, tandis que les jeunes remontent plus ou moins près de la surface. La disposition du pigment dans l'œil devient donc une sorte de critérium du niveau auquel vit l'animal.

Pour les Crustacés, l'existence de deux nappes pigmentaires (iridienne et rétinienne), influencées par les conditions générales précédentes,

a conduit à la réalisation de plusieurs types d'yeux chez les formes abyssales. Les deux pigments ont pu être conservés, quoique réduits comme quantité et écartés l'un de l'autre dans la position nocturne. C'est ce que montrent des formes qui ne sont pas spécifiquement abyssales, mais que

l'on trouve plus ou moins fréquemment près de la surface, par exemple les diverses espèces d'*Euphausia* et le *Nematoscelis rostrata*, dont la figure 12 représente une coupe de l'œil. Au contraire, le pigment rétinien a complètement disparu chez une autre

espèce de *Nematoscelis*, *N. Mantis*, et dans le genre voisin, *Stylocheiron* (fig. 13), qui sont des types franchement abyssaux; il n'y a plus du tout ici de pigment rétinien. Nous appellerons, avec Chun, ces yeux *irido-pigmentaires*, et tous les yeux précédents sont nettement adaptés, d'après ce que nous avons dit plus haut, à la vision par superposition. Au contraire, chez les *Sergestes*, dont plusieurs espèces sont nettement bathypélagiques, le pigment iridien a disparu, et il s'est conservé plus ou moins de pigment rétinien qui enveloppe les rhabdomes.

Ce sont des yeux *rétino-pigmentaires*, et ils paraissent en contradiction avec la théorie précédente. Mais, ici, il semble bien que la lumière arrive aux rhabdomes par réflexion totale dans les cônes cristallins, qui présentent à leur extrémité inférieure un prolongement filiforme courbé; ce

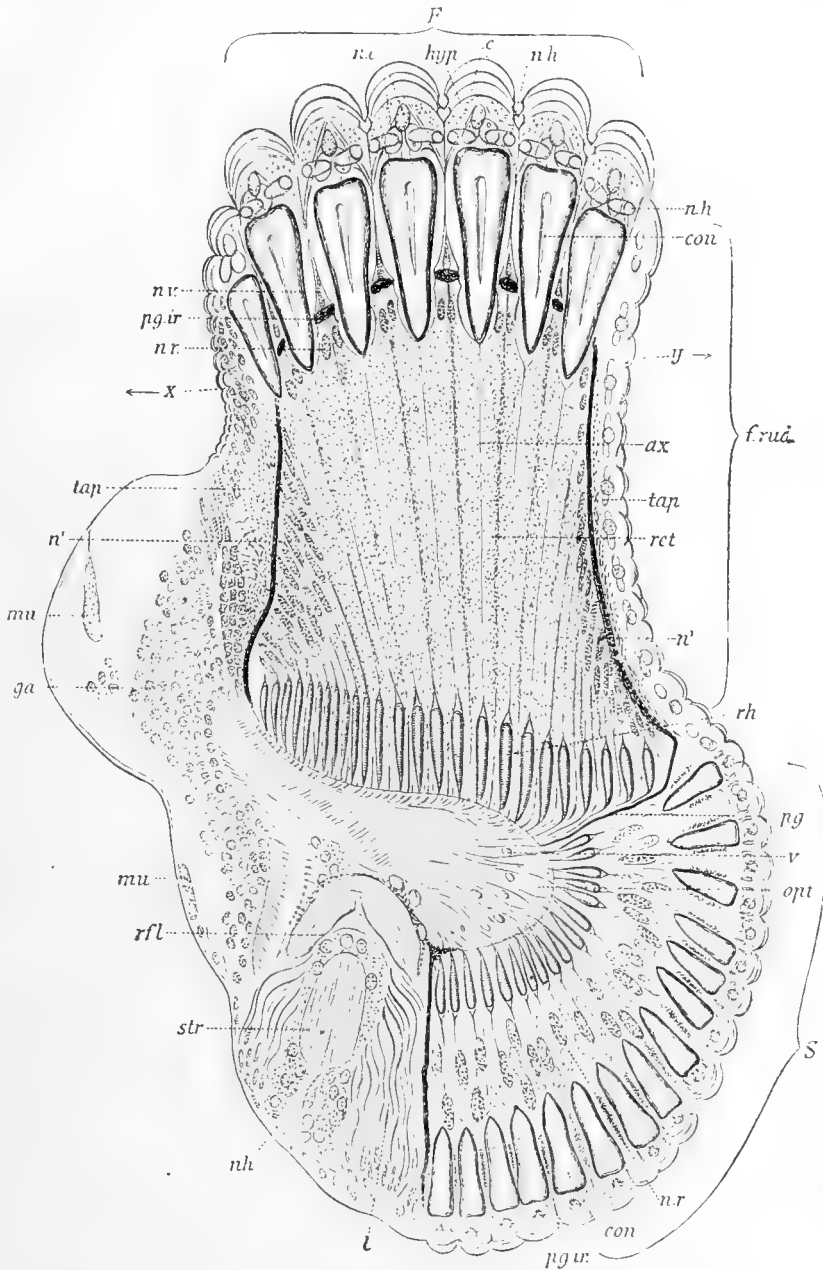


Fig. 13. — Coupe longitudinale de l'œil de *Stylocheiron mastigophorum*. — Mêmes lettres; pg. ir., pigment iridien; ret, rétines; tap, tapis (d'après Chun : *Biol. Centralbl.*, t. XIII).

sont des yeux à fonctionnement catoptrique spécial, et la contradiction disparaît ainsi par une étude plus approfondie¹. Des yeux rétino-pigmentaires se retrouvent dans les Crustacés pélagiques, chez les Phronimides et, chez les Hypérides, parmi les Amphipodes, et aussi chez les Polyphémides d'eau douce, qui, dans les lacs, mènent une vie analogue.

En étudiant l'œil chez les divers Crabes récoltés par la *Valdivia*, Dollein² a aussi rencontré chez ces animaux les mêmes adaptations variées du pigment; on peut penser *a priori* que tel ou tel type est réalisé suivant un déterminisme que nous ne connaissons pas encore. L'extrême variété des dispositions observées par Dollein montre quel

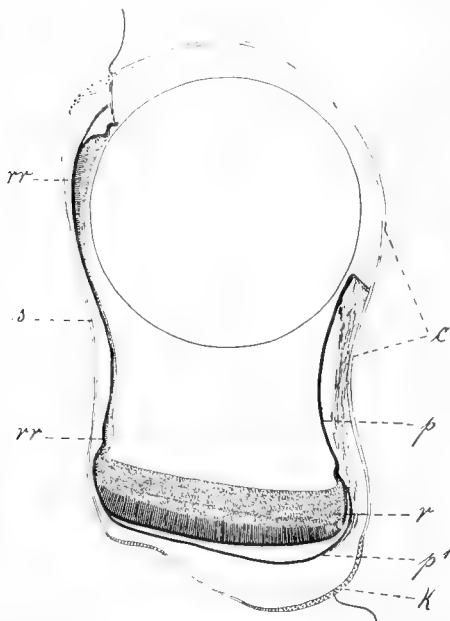


Fig. 14. — Coupe de l'œil d'*Argyropelecus affinis*. — r, rétine principale; rr, rétine accessoire; c, cornée; s, sclérotique; p, p', pigments (d'après Brauer : *Sitzber. Ges. f. ges. Naturw. Marburg*, 1901).

vaste champ de recherches est ouvert aux zoologistes.

Nous n'avons, en effet, considéré jusqu'ici que le pigment; mais les yeux des animaux abyssaux offrent beaucoup d'autres particularités liées au milieu. Telle est la présence fréquente d'une surface réfléchissante à éclat métallique, en arrière des éléments sensibles, d'un *tapis*, comme chez les animaux terrestres nocturnes, tapis qui peut faire luire l'œil dans l'obscurité et faire croire faussement à une phosphorescence de l'organe visuel. Les variations relatives des divers éléments constitutifs, variations qui présentent des combinaisons extrêmement nombreuses indiquant autant d'adap-

tations spéciales, il s'en faut qu'elles soient toutes expliquées. A titre de document, nous signalerons dans cette direction une observation de Dollein sur quelques Crabes, tels que le *Pleistacantha Moseleyi*, dont l'œil est bien conservé et du type irido-pigmentaire; les rhabdomes sont très longs et présentent un renflement, immédiatement au-dessous des cônes cristallins, juste sous le pigment iridien, puis une portion étroite et enfin une partie dilatée ayant la même structure que l'extrémité distale. Dollein suggère que peut-être le renflement distal donnerait au Crabe des images par apposition et le long renflement proximal des images par superposition; il y aurait là une division du travail très curieuse; cet exemple montre quel intérêt peut offrir l'analyse précise de la structure fine de l'œil.

Parmi les modifications les plus appréciables, sont celles de la taille même des yeux qui, chez beaucoup d'animaux abyssaux, augmente dans de très fortes proportions, ainsi qu'on l'a remarqué depuis longtemps, phénomène d'ailleurs parallèle à ce que présentent beaucoup d'animaux terrestres nocturnes. Chez certains Schizopodes, comme le *Stylocheiron mastigophorum*, l'œil peut atteindre le sixième de la longueur du corps. Beaucoup de Poissons, des Céphalopodes, ont ainsi des yeux énormes; parfois ils sont portés sur de longs pédoncules, comme chez certains jeunes Céphalopodes voisins des *Owenia* et de curieuses larves de Poissons qu'a récoltées la *Valdivia* et que Brauer a nommées, à cause de cela, *Stylophthalmus*. L'œil perd aussi quelquefois dans ces groupes sa forme sphérique; son axe optique se déplace, sa rétine subit des modifications de structure et de position considérables. Chun, sur les Céphalopodes, et Brauer, sur les Poissons, ont vu dans certains yeux la rétine atteindre, à certains points correspondant probablement à un maximum d'acuité visuelle, une très grande épaisseur. Chez un *Bathyleuthis*, il y a ainsi une région de la rétine où les bâtonnets, particulièrement serrés, atteignent 0^{mm},4 à 0^{mm},5 de longueur.

De ces diverses modifications de forme et de structure, les plus curieuses sont celles auxquelles Chun a donné le nom d'*yeux télescopiques* et qui, par un phénomène de *convergence* remarquable, se rencontrent chez des Poissons, des Céphalopodes et des Crustacés (Schizopodes et Phronimes), dans les trois cas chez des types nettement bathypélagiques et prédateurs. Les yeux télescopiques, chez les Poissons, ont été constatés pour la première fois dans les matériaux de la *Valdivia* (fig. 14); c'est une disposition qui paraît exister d'une façon plus ou moins accentuée chez un assez grand nombre d'espèces appartenant à des familles très diverses,

¹ CHUN : *Atlantis*, p. 237.

² *Loc. cit.*

ce qui indique une adaptation convergente. Tandis que les Poissons ont habituellement des yeux assez aplatis, placés latéralement et ayant des champs visuels distincts, fournissant par conséquent une vision monoculaire, dans les types en question, les yeux se sont allongés, prenant une forme de tubes cylindriques, avec une cornée et un cristallin très convexes, un iris rudimentaire, une rétine très épaisse localisée sur le fond de l'œil, sauf une portion plus mince différenciée occupant la face postérieure du tube (rétine accessoire *rr*). Les deux yeux, en se modifiant ainsi, se sont rapprochés de la ligne médiane, presque au contact, et disposés parallèlement comme les deux tubes d'une lorgnette de théâtre, s'allongeant parallèlement au plan sagittal, soit ventro-dorsalement, soit postéro-antérieurement.

Des yeux de tous points analogues ont été rencontrés parmi les Céphalopodes, chez deux Octopodes de la *Valdivia* : même disposition en lorgnette, mêmes particularités internes. Autant que l'on peut interpréter le fonctionnement de ces yeux, il semble bien, comme l'indique Chun, qu'ils sont très myopes et qu'ils réalisent, avec la vision binoculaire, une sensation très nette des reliefs et des variations de distances. Si l'on réfléchit que les Poissons et les Céphalopodes qui les portent sont des animaux carnassiers vivant dans des ténèbres, où la plupart des proies ont des organes lumineux, on voit que ces yeux sont bien adaptés à la révélation de la présence de ces proies à faible distance. Parmi les matériaux de la *Valdivia*, Brauer a pu, en outre, suivre la différenciation graduelle de ces yeux télescopiques chez les jeunes individus des espèces où on les rencontre.

Il est extrêmement remarquable de trouver une disposition équivalente à la précédente chez les Crustacés, dont l'œil est construit sur un principe entièrement différent, et cet exemple est d'autant plus instructif que nous assistons, chez une série d'espèces, à la réalisation progressive de l'œil télescopique, et à une division du travail des plus nettes. Il s'agit des yeux des Euphausides bathypélagiques. Nous devons ces constatations à Chun; elles remontent déjà à plus de dix ans⁴. Elles ont précédé, par conséquent, celles que nous venons de relater chez les Poissons et les Céphalopodes; elles ont eu pour base les travaux d'Exner dont nous avons parlé.

L'œil des Euphausides les moins spécialisés, que l'on rencontre non seulement en profondeur, mais aussi près de la surface (*Euphausia*, etc.), est sphérique; toutes ses facettes sont semblables. Ces yeux offrent, comme nous l'avons déjà dit, un organe lumineux inclus à la face inférieure. Chez le

Nematoscelis rostrata, dont nous avons déjà parlé, et qui est plus bathypélagique, les facettes de la région dorsale de l'œil (fig. 12) s'allongent; l'œil total se décompose ainsi en deux portions, que nous appellerons frontale et latérale. Cette transformation est bien plus accentuée chez le *Nematoscelis mantis*, qui, d'ailleurs, est beaucoup plus cantonné dans les profondeurs, et plus encore chez le *Stylocheiron mastigophorum*, qui est le plus vraiment abyssal des Euphausides (fig. 13). L'œil frontal a pris une individualité et une longueur considérables; c'est l'équivalent de l'œil télescopique des Poissons et des Céphalopodes, d'autant que la discussion minutieuse de son fonctionnement conduit à admettre, avec Chun, que lui aussi est adapté surtout pour révéler à l'animal des points lumineux mobiles, passant à son voisinage et au-dessus de lui. Il y a ici, en plus, division du travail, car l'œil latéral auquel est annexé l'organe lumineux habituel a conservé la structure normale. On voit combien les travaux d'Exner fournissent une explication de ces yeux si singuliers.

Une série parallèle à celle des Euphausides se rencontre chez les Mysides; elle s'y est établie d'une façon indépendante, par convergence. Le genre *Brutomysis* offre une différenciation équivalente à celle du *Stylocheiron* en œil frontal et œil latéral. Chez l'*Arachnomysis*, l'œil frontal s'est encore accentué, mais l'œil latéral a disparu. D'autre part, parmi les Amphipodes, l'œil des Phronimides, avec son allongement énorme des facettes frontales, doit s'interpréter à la lumière des faits précédents. Celui des Sergestides de même. Et enfin, chez les Polyphémides, Chun a mis également en évidence la différenciation d'un œil frontal offrant les mêmes rapports physiologiques. L'analogie se complète même ici du fait que, dans le genre *Evadne*, on trouve l'équivalent du cas de l'*Arachnomysis* : l'œil frontal subsiste seul, l'œil latéral a disparu.

Si l'on rapproche tous les faits précédents, on ne peut nier combien suggestive est l'étude des adaptations de l'organe visuel dans le milieu abyssal. Il y a une vingtaine d'années, Gerstäcker, examinant l'ensemble de ce que l'on savait alors sur cette question et n'en apercevant que les faits apparemment contradictoires, tels que régressions et hypertrophies, y voyait la preuve que l'adaptation est un mot vide de sens. Nous concluons, au contraire, avec Chun, que ces organes montrent une plasticité énorme et parfaitement coordonnée aux conditions de milieu. L'œil, d'ailleurs, ne varie pas seul. Doflein a mis en évidence, sur les Crabes, combien il y avait une corrélation satisfaisante entre les variations des yeux et celles des autres appareils sensoriels (organes tactiles, olfactifs, statocystes, etc.).

⁴ CHUN : *Biolog. Centralblatt*, t. XIII, 1893.

Mais l'interprétation des faits est délicate, le déterminisme précis des divers cas est difficile à saisir, étant donnée l'inaccessibilité du monde abyssal. De là des incertitudes et des tâtonnements inévitables.

VI

Il nous semble que, si les explorations abyssales futures doivent tendre à compléter l'œuvre des précédentes au point de vue purement systématique et faunique, le moment est venu de les orienter en même temps davantage (les deux tendances n'ont rien d'incompatible) vers l'étude du monde abyssal au point de vue de la Biologie générale. L'étude des adaptations des divers organes, basée sur des recherches d'anatomie fine et d'histologie, peut avoir une précision beaucoup plus grande aujourd'hui qu'à l'époque du *Porcupine* et du *Challenger*, par le progrès de la technique histologique et des connaissances de faits de toute nature. Le rattachement des structures anatomiques aux conditions d'existence, leurs variations aux diverses phases de la vie de l'individu, corrélatives des différences d'éthologie, sont des domaines encore peu explorés. C'est la marque propre des travaux de Chun d'avoir cherché toujours à saisir ces corrélations. C'est une des préoccupations dominantes qu'il a apportées dans la direction de la campagne de la *Valdivia* et qui, plus que la découverte d'un certain nombre d'espèces nouvelles, fera l'intérêt particulier des résultats de cette expédition. On comprend donc que la nature même du sujet que nous venons de traiter nous conduisait naturellement à y chercher des exemples et des documents.

En indiquant cette direction de recherches, nous exprimerons, comme une autre conclusion, le regret que la France n'ait plus actuellement dans toutes ces entreprises qu'une part trop restreinte. Au début du XIX^e siècle, le nombre et l'importance des croisières d'exploration qu'elle organisait, et où la Science et la Zoologie, en particulier, avaient une large place, en faisaient l'initiatrice des autres nations; les publications des voyages de l'*Astrolabe* et de la *Zélée*, de la *Coquille*, etc., en font encore foi aujourd'hui, ainsi que les noms de

Quoy et Gaimard, Lesueur, etc. Depuis plus de vingt ans que le *Talisman* a accompli sa dernière campagne, en pleine paix, dans les années d'expansion scientifique universelle les plus actives qu'on ait connues, on ne compte guère chez nous que la modeste expédition du *Caudan*, entreprise presque privée, dont les résultats considérables, eu égard aux ressources mises en œuvre, font le plus grand honneur à son organisateur, M. R. Kœhler, professeur à l'Université de Lyon. Mais, pendant ce temps, partout des expéditions considérables s'effectuaient. Le Prince de Monaco nous en donnait l'exemple répété et fécond. L'Allemagne a successivement équipé le *National* (Plankton-Expedition, 1887), la *Valdivia* (1898-1899) et le *Gauss* (Expédition allemande antarctique, 1901-1903), avec des programmes et une aire d'exploration de grande envergure, sans compter de plus modestes et nombreuses initiatives privées. La Belgique, l'Angleterre, l'Ecosse, la Suède, ont organisé des expéditions antarctiques¹. Le Danemark publie les résultats de la croisière de l'*Ingolf* dans le Nord. La Norvège a fait l'expédition de Nansen, celle de Sverdrup, sans compter les croisières régulières qu'effectue son Service des pêcheries, avec un vapeur spécial, le *Michel-Sars*. L'Autriche, avec la *Pola*, a étudié les grands fonds de la Méditerranée et de la mer Rouge. La Hollande a, sous l'habile direction du Professeur Max Weber, réalisé une exploration admirable des mers de la Malaisie, avec le *Siboga*. Aux Etats-Unis, Al. Agassiz, le vétéran des recherches sur le monde abyssal, a fait une série de campagnes de dragages et en accomplit une encore en ce moment dans les grands fonds du Pacifique oriental. Cette énumération, incomplète et limitée à peu près aux grandes entreprises d'Etat, est assez significative pour qu'il soit inutile d'insister davantage sur notre regrettable inaction.

Maurice Caullery,

Maitre de Conférences
à la Faculté des Sciences de Paris.

¹ L'Expédition antarctique Charcot associe cependant la France à toutes ces explorations. Mais c'est une entreprise particulière (ce qui ne fait qu'augmenter le mérite de son initiateur), dont les ressources étaient très limitées.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bernard (F.). — Aménagement des eaux à Java. Irrigation des rizières (Rapport établi à la suite d'une Mission d'études aux Indes Néerlandaises.) — 1 vol. in-4° de iv-80 pages, avec 75 figures dans le texte, et 16 planches hors texte. (Prix : 15 fr.) Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1904.

Le capitaine F. Bernard, de l'Artillerie coloniale, nous donne, en ce volume très dense, les principaux résultats de ses enquêtes et de ses études sur l'organisation de l'irrigation à Java. L'ouvrage se compose, en somme, de deux parties : dans la première, l'auteur nous expose en détail l'économie de quelques-uns des principaux groupes de travaux en vue de l'aménagement des eaux : travaux de Demak, du Brantas, du Solo, irrigations de Tegal et travaux du Pemali, irrigations de Tji Ilea; dans une seconde partie, il résume les faits qui caractérisent les modes de construction et les types d'ouvrages à Java, les méthodes de distribution de l'eau dans les rizières et enfin les résultats généraux des irrigations.

Il convient de noter brièvement les idées essentielles qui se dégagent de cet ample dossier, établi d'une manière si consciencieuse et si impartiale, et conformément à la vraie méthode d'observation.

Avec raison, M. Bernard a donné comme titre à son livre « Aménagement des eaux »; car les entreprises d'irrigation doivent aboutir, en un pays comme Java, non seulement à amener l'eau sur les terres en temps voulu, mais encore à assurer partout le drainage des eaux surabondantes, et à prémunir les terres et les hommes contre les terribles dangers des crues. C'est en comprenant ainsi, dans son sens plein, l'irrigation, qu'on s'explique qu'en un pays aussi arrosé l'irrigation s'impose. Voilà des territoires qui reçoivent par an 3 et 4 mètres d'eau (voir le tableau de l'Annexe : *Chute d'eau moyenne en différents points de Java*, p. 79); mais cette eau tombe par averses violentes, très inégalement réparties dans l'année; les cours d'eau sont caractérisés par une grande irrégularité de débit : le Toentang, par exemple, passe de 3m³ à 400 mètres cubes (p. 9); le débit du Pemali varie de 5 mètres cubes à 960 (p. 30); celui du Solo, le plus important fleuve de Java, passe de 9 mètres cubes à 2.300 (p. 20), etc. L'eau, tombant sur les versants très raides des nombreux cônes éruptifs de cette ile très montagneuse, emporte sans peine les terres peu résistantes; et elle va s'accumuler dans les plaines basses, voisines de la mer : tel est l'ensemble du cadre géographique qui nécessite l'intervention humaine en vue d'une meilleure répartition de l'eau, la richesse souveraine. L'irrigation est d'autant plus nécessaire que la population a augmenté dans des proportions quasi fabuleuses : 4,5 millions d'habitants en 1815 et 25 millions aujourd'hui; 25 millions sur une surface de 130.000 kilomètres carrés, cela fait une densité de 192 habitants par kilomètre carré. Cette énorme population se nourrit principalement et presque exclusivement de riz, c'est-à-dire d'une céréale qui demande énormément d'eau, et avant les labours, et pendant toute la croissance : « L'irrigation, à partir du moment où le riz a été repiqué, doit être continue; il faut éviter avec soin que l'eau reste stagnante; un léger courant empêche la formation de mousses et les parasites qui gênaient la croissance de la plante. C'est pour cela que les indigènes pratiquent les irrigations, même dans les districts où les pluies sont le plus abondantes. Il en est ainsi,

par exemple, autour de Buitenzorg, bien que la chute d'eau annuelle y atteigne 4m,33 et que les averses se produisent presque régulièrement chaque jour » (p. 58). On calcule que, pour l'irrigation d'une rizière, il faut compter au total un peu plus d'un mètre cube par mètre carré (p. 62).

Quelles sont les conditions de l'irrigation? Les eaux sont assez abondantes et violentes et les versants sont assez raides pour que les indigènes n'aient eu qu'à ouvrir des saignées sur les cours d'eau afin de constituer des canaux d'arrosage; maintes fois ils ont ajouté dans le lit principal un petit barrage élémentaire, simple barrage en lit de rivière, souvent emporté et souvent reconstruit. Les Hollandais ont travaillé avec patience et prudence à améliorer peu à peu les irrigations indigènes; après de longs tâtonnements, ils ont résolu, depuis 1885, de ne plus entreprendre, hors les cas de force majeure, aucun travail d'ensemble sans qu'une étude complète et minutieuse en ait été faite; l'on a commencé à cette époque dans toute l'ile des levés topographiques à grande échelle des terrains irrigables; en dix ans, on n'a pas dépensé à cet effet moins de 4.500.000 francs (p. 8).

C'est de ces enquêtes scientifiques que sont sortis les grands projets, dont le plus considérable est celui du Solo. M. Bernard nous décrit en détail ce projet, dont l'exécution complète exigera encore plusieurs années, et qui doit permettre d'irriguer cent cinquante-six mille hectares. Ce projet est très intéressant à tous les points de vue; il révèle d'une manière typique les conditions de l'irrigation à Java. Il se compose essentiellement d'un barrage-déversoir et d'une prise d'eau établis à Ngloewak, et d'où part, sur la rive droite du Solo, un énorme canal de cent soixante-neuf kilomètres de longueur; ce canal ménage la pente des eaux, et il doit être défendu par des aqueducs ou des siphons contre tous les nombreux affluents qu'il est obligé de couper; en outre, c'est de lui que partent tous les canaux secondaires, y compris ceux qui doivent, après avoir traversé le Solo lui-même à l'aide de grands siphons, apporter jusque sur la rive gauche l'eau d'irrigation (p. 22-26 et pl. X). On devine, d'après ces simples indications, quelle prodigalité de travaux d'art de toutes sortes représente un plan aussi grandiose. Et cela nous fait apprécier toute l'importance de cette observation que place plus loin l'auteur :

« Il ya ainsi sur chaque canal un nombre considérable d'ouvrages d'art. Sur le canal principal de Tji Ilea, long de dix-sept kilomètres, il y en a soixante-dix-huit en y comprenant les ponts. Aussi le canal principal est-il la partie la plus coûteuse des systèmes d'irrigation. Dans le système du Solo, le barrage et la prise d'eau ne coûteront que 3.515.000 francs, soit 1/23 de la dépense totale; le barrage et la prise d'eau du Pemali coûtent 400.000 francs, soit la onzième partie de l'ensemble. Ce sont cependant ces ouvrages qui inspirent d'ordinaire le plus d'inquiétude. On ne les entreprend pas sans hésitation » (p. 54). Après avoir lu ces lignes, on retrouve avec quelque léger scepticisme les affirmations suivantes, qui reviennent plus d'une fois sous la plume de M. Bernard : « Les systèmes modernes entrepris avec méthode à la suite d'études complètes ont été, au contraire, exécutés rapidement et avec des frais infiniment moindres. » Quoi qu'on en puisse dire, les projets du Solo appartiennent par excellence à la catégorie des grands projets modernes dont les Hollandais sont très fiers; or on n'a pas encore le droit de regarder ces expériences nouvelles comme décisives et surtout comme moins coûteuses que les travaux

antérieurs; on sait si peu ce que coûtera finalement l'irrigation du Solo, que M. Bernard nous déclare, à la page 26, que les premières prévisions ont dû être tout simplement doublées et que les nouveaux devis s'élèvent à 39 millions de florins, soit 80 millions de francs; en une autre page, sans donner d'ailleurs d'explication, il évalue ces mêmes travaux à 50 millions de florins (p. 3). A coup sûr, les Hollandais ont été les initiateurs de vrais progrès; ils construisent avec toutes les ressources modernes de l'art de l'ingénieur, et le livre si intéressant de M. Bernard abonde en renseignements techniques d'une grande valeur; mais, s'ils ont très grandement raison de faire précéder leurs entreprises de travaux scientifiques préliminaires, ne risquent-ils pas de se laisser entraîner à des plans d'aménagement des eaux plus vastes peut-être et plus délicats que ne le comportent les conditions essentielles du cadre géographique? Telle est, d'une manière précise, la question à discuter. — En tout cas, ils ont eu jusqu'ici la sagesse d'étendre le système des irrigations en restant fidèles à quelques-uns des principes des indigènes; dans toute l'île de Java, qui est une terre classique des barrages (voir p. 38. et suiv.), il n'y a pas encore de vrai barrage-réservoir; il n'y a que des barrages-déversoirs; car jomets à dessein les simples réservoirs appelés *wadonk*, et qui sont du même type que les *tanks* de l'Inde anglaise. Au reste, les conditions climatériques de Java sont telles que des barrages-déversoirs suffisent à assurer l'irrigation pérenne, et grâce à l'irrigation pérenne, on peut très heureusement multiplier les récoltes de riz sur une même terre; on peut même faire avant les récoltes de riz d'enrichissantes, mais épuisantes récoltes de canne à sucre ou de tabac (voir p. 76); et je suis bien, en principe, de l'avis du capitaine Bernard sur les avantages incomparables de l'irrigation pérenne (p. 57); toutefois, le problème technique, économique et géographique, sous sa forme complète, n'est pas le suivant: l'irrigation pérenne vaut-elle mieux que l'irrigation d'une saison? mais celui-ci: y a-t-il intérêt, dans tel ou tel cadre géographique déterminé, à conquérir les avantages de l'irrigation pérenne par la construction dispendieuse et souvent périlleuse de grands barrages-réservoirs? Tel est le problème qui ne s'est pas encore posé à Java, et il importe de le noter; mais nous ne pouvons généraliser les observations de Java sans l'aborder de front et sans constater d'abord qu'à Java il n'y a que des barrages-déversoirs.

Avec quels faits économiques l'extension de l'irrigation à Java est-elle en connexion? M. Bernard nous fournit encore tous les renseignements nécessaires pour répondre amplement à cette question. Les Hollandais ont créé un service central et autoritaire, le *Waterstaat* (p. 66 et suiv.), analogue à l'*Irrigation Department* de l'Égypte. L'exploitation et la surveillance de l'irrigation sont d'autant plus rigoureuses, l'organisation est d'autant plus précise que la quantité d'eau disponible est faible par rapport à la surface à irriguer: c'est le cas de Demak (p. 65). On a inauguré un régime sévère de «rotation», ne distribuant l'eau aux divers propriétaires que selon un tableau rigoureusement établi. Enfin, si l'eau est gratuite (p. 77), en revanche beaucoup des travaux généraux et surtout les terrassements sont assurés par la main-d'œuvre gratuite de la population, c'est-à-dire par la corvée (p. 72). Nous retrouvons là toute une série de faits économiques et sociaux qui ont, ailleurs aussi, accompagné le développement de l'irrigation.

M. F. Bernard, dont nous avons lu le livre avec une attention très assidue et avec un très grand profit, nous permettra-t-il de lui demander, s'il réédite son ouvrage, d'ajouter à son volume, qui manque complètement de bibliographie, des références, notamment des références aux publications hollandaises officielles? Guidé par un sérieux exposé comme le sien, on serait très heureux de pouvoir se reporter, pour l'étude plus détaillée d'une question particulière, aux sources

qu'il a lui-même si consciencieusement consultées? L'ouvrage est accompagné de 16 planches donnant les plans et les coupes d'un grand nombre de travaux d'art, et qui se recommandent à l'attention des ingénieurs.

JEAN BRUNHES,
Professeur de Géographie
à l'Université de Fribourg (Suisse).

2° Sciences physiques

Hiorns (A.-H.), *Directeur de l'École de Métallurgie de Birmingham*. — **Métallographie**. Traduit par E. BAZIN. — 1 vol. in-8° de 203 pages et 96 figures (Prix : 9 fr.). Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1904.

La science métallographique, qui a trouvé son origine dans les recherches de Sorby et son développement dans les magnifiques travaux de M. Osmond, a, depuis peu de temps, fait son entrée dans l'industrie. En France surtout, les aciéries, notamment celles de la région du Centre, l'utilisent sur une importante échelle; nombreux sont déjà les laboratoires industriels possédant une installation micrographique.

Le livre de M. Hiorns, qui, pour la première fois, donne une monographie de la Métallographie, vient donc à son heure. Mais il est fort regrettable que ce traité ne soit pas à l'abri d'importantes critiques. La principale réside, et ceci ne dépend pas que de l'auteur, dans l'exécution des micrographies, qui est véritablement détestable. Il y en a fort peu qui soient lisibles: je mets au défi un métallographe de reconnaître de la perlite dans les photographies relatives aux aciers.

De plus, l'auteur n'a pas fait ressortir le rapprochement important qui existe entre la constitution et, partant, la micrographie et les propriétés mécaniques, c'est-à-dire l'utilisation des alliages. C'était là évidemment le point intéressant, et il est à peine effleuré en ce qui concerne les laitons et les importants travaux de M. Charpy. Enfin, certains chapitres manquent de clarté; c'est notamment le cas de celui qui traite du polissage; M. Hiorns y indique de très nombreuses méthodes qui, toutes, empiètent les unes sur les autres; il eût été plus sage d'indiquer celle qui est, à l'heure actuelle, utilisée par tous les micrographes.

Ces importantes critiques indiquent-elles que ce livre ne présente aucun intérêt? Nullement: l'auteur y traite quelques questions nouvelles, notamment celles des impuretés dans le cuivre, des maillechorts, etc., qui peuvent mettre sur la voie les expérimentateurs.

Enfin, l'on doit ajouter que M. Bazin, qui a traduit l'ouvrage, a fait de nombreuses annotations particulièrement intéressantes; le chapitre sur le microscope, qu'il a cru devoir transformer, donne une description très complète des appareils utilisés. Il faut toutefois noter qu'il n'est déjà plus au point; il ne parle pas; en effet, des derniers perfectionnements apportés au microscope de M. H. Le Châtelier.

Quoi qu'il en soit, il était à souhaiter que le premier traité de Métallographie présentât un ensemble plus attrayant et permettant de mieux juger cette nouvelle science, qui joue déjà un rôle si important dans l'industrie.

LÉON GUILLET,
Docteur ès sciences.

Young (Sydney), *Professeur à Trinity College (Dublin)*. — **Fractionnal Distillation**. — 1 vol. in-12 de 284 pages avec 72 fig. Macmillan and Co, éditeurs. Londres, 1904.

Nos lecteurs connaissent les beaux travaux de M. Sydney Young sur la distillation fractionnée, ce savant en ayant récemment exposé ici-même les principaux résultats¹. L'ouvrage qu'il publie sous ce titre renferme le développement et les applications pratiques de ces recherches: il sera consulté avec fruit par tous ceux, savants ou industriels, qui ont à faire usage de ce procédé.

¹ Voir la *Revue* du 13 novembre 1904, p. 981 et suiv.

3° Sciences naturelles

Lutz (Louis), *Professeur agrégé à l'École Supérieure de Pharmacie de Paris.* — **Les Micro-organismes fixateurs d'azote.** — 1 vol. in-8° de 183 pages. Lechevalier, éditeur. Paris, 1904.

Voici un ouvrage qui vient à son heure; le besoin s'en faisait sentir; il peut donc compter sur un bon accueil.

Il y a, dans toutes les branches de la science, des questions qui frappent plus particulièrement l'attention. Celle qui fait l'objet de l'ouvrage de M. Lutz est de ce nombre. Son ancienneté, son importance pratique, son intérêt théorique et la somme énorme d'efforts qui lui ont été consacrés, permettaient de prévoir qu'elle était appelée à fournir le sujet d'un ouvrage spécial, et à sortir des cadres, trop étroits, des manuels et des Traités généraux.

Considérée dans son histoire, elle a revêtu des aspects bien différents. Les agronomes de l'Antiquité avaient déjà remarqué que les cultures de Légumineuses augmentent la fertilité naturelle du sol. Cette opinion s'est confirmée avec les progrès de l'agriculture. Les chimistes modernes l'ont précisée en montrant que ces plantes sont des collectrices d'azote. Cet excédent d'azote a été attribué à des causes multiples, parce que les auteurs n'étaient pas suffisamment armés pour établir rigoureusement le déterminisme des expériences. Il est arrivé ce qui arrive toujours dans des circonstances semblables: c'est que les théories rivales renfermaient une part de vérité sans qu'aucune parvint à fournir une interprétation satisfaisante du phénomène.

Le dernier mot est revenu à la Bactériologie. On sait aujourd'hui que ce sont les micro-organismes qui président à la fixation de l'azote gazeux sur le sol ou dans les végétaux. La question semble donc s'engager dans une voie sûre, avec des méthodes nouvelles et capables d'éclaircir tous les problèmes difficiles qu'elle soulève.

Voilà en quelques mots la matière de l'ouvrage que M. Lutz a eu l'idée heureuse d'entreprendre. Le titre qu'il lui a donné semble laisser supposer qu'il n'a envisagé qu'un côté de la question. Il n'en est rien. Mais on conçoit qu'il a dû élaguer, car l'histoire, surtout, est imposant, autant par son étendue que par les noms qui s'y rattachent. L'auteur l'a exposé dans le premier chapitre; il tient juste la place nécessaire pour donner au lecteur une idée nette des divers aspects que la question a présentés dans le temps.

M. Lutz a ensuite abordé l'étude des divers micro-organismes capables de faire entrer l'azote libre dans des combinaisons organiques.

Dans les conditions naturelles, les uns réalisent cette synthèse dans le sol même; les autres exigent le concours d'un végétal supérieur, dont ils deviennent les hôtes (Légumineuses et Bactéroïdes), ou simplement les commensaux (Algues vertes et Bactéries).

C'est dans cet ordre que l'auteur décrit ces divers micro-organismes.

Dans la première catégorie, se rangent le *Clostridium Pasteurianum*, l'*Azotobacter chroococum* et *agilis*, le *Bacillus Ellenbachii* (alinite); un chapitre spécial est consacré à ce dernier.

Dans la seconde catégorie, on trouve la Bactérie des nodosités des Légumineuses. Parmi tous les microbes fixateurs d'azote, ce dernier tient une place à part. Ses rapports avec la plante, ses caractères morphologiques et physiologiques, les caractères et les propriétés de ses cultures en milieu artificiel, ont été exposés d'une façon complète, sans excepter les nombreux essais que l'on a faits en vue de l'inoculation du sol et de la production abondante de tubercules radicaux sur les différentes espèces de Légumineuses utilisées dans la grande culture.

Le chapitre VIII traite des tubercules radicaux des plantes autres que les Légumineuses.

Le IX^e et dernier chapitre est consacré à l'étude de la fixation de l'azote gazeux par les Algues et les Bactéries associées; il se termine par une révision rapide des travaux, encore bien contradictoires, sur l'assimilation de l'azote libre par les Mucédinées et les Champignons.

On voit donc que l'auteur n'a rien négligé de tout ce qui se rattache à la grande question de la fixation de l'azote gazeux par le sol ou les végétaux, sous l'influence de réactions biochimiques.

Cet ouvrage, clairement et méthodiquement exposé, rendra les plus grands services, non seulement aux savants de laboratoire qui s'intéressent à la Microbiologie, mais aussi à ceux qui sont chargés de répandre les notions qui relèvent de cette science; il sera même accueilli avec faveur par ceux qui visent de préférence, dans leur enseignement, les applications pratiques, et ceci, je le dis à dessein, parce que le titre, un peu spécial, choisi par l'auteur, pourrait, peut-être, éveiller chez quelques-uns une certaine hésitation.

P. MAZÉ.

Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

Freer (P.-C.), *Superintendent des Laboratoires du Gouvernement aux Iles Philippines.* — **Report of the Superintendent of the Government Laboratories in the Philippine Islands for the year ended September 1st 1903.** — 1 vol. in-8° de 282 pages avec 200 planches et figures. Manille, Bureau of Insular Affairs, 1904.

Dans l'œuvre de transformation et de mise en valeur que les Américains ont entreprise aux Iles Philippines, une place à part doit être réservée aux Laboratoires du Gouvernement. Institués depuis deux ou trois ans à peine, ils ont déjà rendu à l'hygiène publique, à l'agriculture, à l'industrie naissante, des services signalés, dont on peut se rendre compte par la lecture du volumineux Rapport que M. P. C. Freer vient de consacrer à leur fonctionnement pendant l'année 1903.

En attendant l'édification de bâtiments spéciaux, conçus suivant les données et avec les ressources de la science et de l'architecture modernes, ces Laboratoires ont dû se contenter d'installations provisoires, qui ont quelque peu gêné leur fonctionnement, mais qui font paraître d'autant plus remarquables les résultats obtenus.

Le *Laboratoire des sérums* a pour tâche principale la préparation de la vaccine. Des étables ont été construites pour 200 animaux environ; le virus a été renouvelé par une importation fraîche du Japon, et plus de 900.000 doses de vaccin ont été préparées en six mois. Le même Laboratoire s'occupe ensuite de la préparation du sérum contre la peste bovine, dont le besoin se fait sentir depuis longtemps dans les Iles Philippines; aujourd'hui, cinq chevaux immunisés fournissent déjà régulièrement du sérum anti-pesteux, qui est envoyé dans toutes les îles et inoculé au bétail avec le concours d'employés du Laboratoire. Les demandes considérables de vaccin et de sérum ont absorbé à peu près tout le temps du personnel; l'accroissement prochain de ce dernier, dirigé par le Dr J. W. Jobling, lui permettra de se livrer bientôt à la préparation d'autres sérums prophylactiques et d'entreprendre des recherches originales.

L'œuvre du *Laboratoire biologique* comprend deux parties: le diagnostic et les recherches pathologiques. Quelques chiffres donneront une idée de l'importance de la première: en six mois, plus de 7.000 diagnostics, bactériologiques ou autres, ont été portés pour les hôpitaux; 20.000 rats et souris ont été examinés pour déterminer la présence ou l'absence de la peste; 500 tissus ont été préparés pour l'examen microscopique; enfin un grand nombre d'autopsies ont été faites. Là encore, l'abondance du travail courant a limité le temps consacré aux recherches. Cependant, le directeur du Laboratoire, le Dr W. E. Musgrave, a achevé un

travail considérable sur les Trypanosomes et les trypanosomiasés, où il traite spécialement du surra des Iles Philippines; on y compte par milliers les chevaux morts de cette maladie. Aujourd'hui, une quarantaine est imposée aux chevaux importés dans les îles et des mesures ont été prises pour détruire les agents d'infection.

Le directeur du *Laboratoire entomologique*, M. Ch. S. Banks, s'est surtout consacré à l'étude des insectes parasites du cacaoyer. Rien n'avait encore été fait au point de vue de l'entomologie économique des Philippines. Les observations faites par M. Banks lui ont permis de rédiger des instructions de grande valeur, qui, envoyées aux planteurs de cacaoyers, leur donnent les moyens de préserver ou de protéger leurs plantations. D'autres recherches ont été entreprises sur les insectes parasites des essences forestières; une étude sur les moustiques et les mouches qui transmettent la malaria et le surra est en projet.

Le *Laboratoire de Chimie* a eu à répondre à de continuelles demandes d'analyses de la part d'autres Administrations: analyses de fausses monnaies, analyses médico-légales, analyses de minerais, de sols, d'eaux, etc. D'autre part, il a terminé, sous la direction de M. Sherman, un travail considérable sur le caoutchouc et la gutta-percha aux Iles Philippines; on y trouvera la distribution géographique des plantes productrices, les méthodes pour recueillir le latex, ses propriétés, la préparation et la composition des produits obtenus. Enfin, une étude des gommés et résines des Philippines a été entreprise par M. Bliss; il a examiné les produits connus sous le nom de *brea*, d'où l'on extrait l'huile d'élémi, et d'autres analogues; parmi les huiles essentielles obtenues, l'une renferme une grande quantité de pinène presque pur.

Un *Laboratoire de Botanique* également fonctionné; il a déterminé de nombreuses plantes et poursuivi la confection d'un herbier; il est possible qu'un Jardin botanique lui soit prochainement adjoint. Enfin, un *Laboratoire de Biologie marine* est également en projet.

Ces brèves indications permettent de se rendre compte de l'effort accompli par les Américains pour l'étude scientifique de leur nouvelle colonie; les sacrifices qu'ils se sont imposés trouvent déjà leur récompense dans les progrès de l'hygiène publique et le développement des exploitations agricoles.

LOUIS BRUNET.

4° Sciences médicales

Dubois (Dr), *Professeur de Neuropathologie*. — **Les Psychonévroses et leur traitement moral.** *Leçons faites à l'Université de Berne, avec préface de M. Déjerine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.* — 1 vol. in-8° de 557 pages. (Prix: 8 fr.) Masson et Co, éditeurs. Paris, 1904.

L'auteur englobe sous le nom de *psychonévroses* ou de *nervosisme* toute une série d'affections du système nerveux où prédomine l'influence psychique et qui sont plus ou moins justiciables d'un traitement psychique ou *psychothérapie*: ce sont la neurasthénie, l'hystérie, l'hystéro-neurasthénie, les formes légères d'hypocondrie et de mélancolie; enfin, certains états de déséquilibre psychique plus graves. A vrai dire, ces affections sont toutes, par leur étiologie, par leur nature, par leurs symptômes, et aussi par le traitement qu'elles réclament, des *maladies mentales*, des *psychoses*. Le nervosisme étant ainsi défini un mal avant tout psychique, la thérapeutique physique et médicamenteuse doit passer au second plan et le traitement psychique, la psychothérapie, au premier. C'est, d'ailleurs, notons-le en passant, cette thérapeutique qui, depuis fort longtemps déjà, est employée dans les asiles d'aliénés pour combattre les troubles nerveux énumérés plus haut,

et les aliénistes connaissent bien et les indications du traitement moral et ses heureux résultats.

Les psychonévroses, telles que les définit M. Dubois, ne tiennent donc ni à des lésions grossières (méningo-encéphalites, etc.), ni à des intoxications. Ce sont des « états d'âme » sur lesquels il est possible d'agir par l'influence morale. Les stigmates mentaux du nervosisme sont la suggestibilité, la fatigabilité, l'émotivité et la sensibilité exagérées. L'auteur étudie ces traits caractéristiques des sujets atteints de psychonévroses, puis il examine les diverses formes cliniques du nervosisme: hystérie, neurasthénie, mélancolie, etc. Abordant ensuite le traitement moral de ces états, il expose dans une étude magistrale sa thérapeutique des psychonévroses: la psychothérapie rationnelle a pour but d'établir chez le malade la conviction de guérison; il faut, non par la suggestion à l'état de veille ou dans l'hypnose, mais par la persuasion, changer l'état d'âme du sujet, faire disparaître les auto-suggestions, les idées fixes, rééduquer la volonté. « Le névrosé, dit M. Dubois, est sur la voie de la guérison aussitôt qu'il a la conviction qu'il va guérir; il est guéri le jour où il se croit guéri ». Pour que cette œuvre psychothérapique, qui consiste à changer la mentalité d'un sujet, puisse s'accomplir dans les conditions les plus favorables, il convient d'avoir recours simultanément au repos au lit prolongé durant six semaines, à l'isolement et à la suralimentation; mais ces derniers moyens ne sont que des auxiliaires qui favorisent l'action de l'agent curateur essentiel, le traitement moral. Le Professeur Dubois étudie en détail l'influence de sa méthode thérapeutique sur les différents symptômes des psychonévroses: troubles digestifs, circulatoires, urinaires, sexuels, moteurs, troubles du sommeil, crises nerveuses, etc. Toutes ces manifestations sont justiciables de la psychothérapie, ainsi que le montrent de nombreuses observations, des dialogues instructifs. Il est vrai que pour réussir il faut, chez le médecin, une confiance imperturbable dans la puissance de la logique, une influence persuasive incontestable; il doit savoir varier ses arguments, convaincre le sujet que son mal n'est pas une maladie corporelle, mais une psychopathie, répondre aux objections d'une façon qui frappe l'esprit du patient; amener enfin le malade à la capitulation en le poursuivant jusque dans les derniers retranchements.

A une époque où, malgré les résultats obtenus par les médecins aliénistes, on s'obstinait à traiter les névroses uniquement par des moyens physiques ou par la thérapeutique médicamenteuse, M. Dubois a eu le mérite, ainsi que l'a dit le Professeur Déjerine dans sa Préface, de montrer le rôle primordial, sinon unique, qui incombe dans le traitement des psychonévroses à la pédagogie psychique, à la rééducation de la raison, et de baser résolument toute sa thérapeutique sur ce principe. Aussi l'ouvrage de M. le Professeur Dubois nous paraît-il appelé à un retentissement légitime. C'est l'œuvre d'un médecin-psychologue d'une singulière pénétration, d'un thérapeute profondément convaincu et d'un directeur de conscience persuasif. Parmi les critiques qu'on peut adresser à l'auteur, notons brièvement l'optimisme excessif dont il est animé, son exclusivisme thérapeutique et aussi, parfois, l'imprécision de son diagnostic.

Les *Psychonévroses et leur traitement moral* devraient être lus et médités non seulement par les aliénistes et neurologistes, mais encore par les psychologues, les pédagogues, et aussi par les médecins praticiens, qui, jusque-lors souvent désarmés et privés d'une idée thérapeutique directrice en présence des manifestations déconcertantes et mal interprétées des psychonévroses, sauront désormais quelle place revient dans ces cas à la psychothérapie rationnelle, à savoir la première.

Dr PAUL SÉRIEUX,

Médecin en chef des Asiles publics d'aliénés de la Seine.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Mars 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Darboux détermine les surfaces applicables sur le paraboloidé de révolution. — M. P. Painlevé critique les recherches récentes de M. Lecornu sur le frottement de glissement et maintient que, pour une valeur donnée de la vitesse de glissement et de la pression normale, la force de frottement ne dépend pas seulement de la nature des surfaces en contact, mais encore de la répartition des pressions dans les solides, au voisinage des points de contact. — M. R. Liouville donne une nouvelle confirmation de l'exposant $2/3$ pour la puissance de la pression à laquelle est proportionnelle la vitesse de combustion des poudres colloïdales. — M. E. Jouguet montre que la dissociation en arrière de l'onde explosive peut être assez forte sans que les résultats donnés par sa formule pour la vitesse de cette onde cessent de concorder avec les valeurs observées. — M. Ed. Maillet a étudié les variations des débits des systèmes de n réservoirs cylindriques qui communiquent soit par des orifices, noyés ou non, soit par des déversoirs superficiels supposés non noyés (à crête horizontale).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Guébbard : Sur la cause du silhouettage photographique (voir p. 187 et 291). — M. A. Breydel signale un moyen destiné à éviter les dangers de l'électricité atmosphérique pour l'aérostation. — M. A. Leduc discute le degré de précision qu'on peut atteindre dans la détermination des poids atomiques de l'hydrogène et de l'azote, et montre que ce dernier est certainement inférieur à 14,01. — M. G. Friedel montre que l'hypothèse réticulaire doit se baser sur les propriétés vectorielles discontinues de la matière, c'est-à-dire sur l'existence des faces planes et des arêtes rectilignes. — MM. J. Ville et E. Derrien ont constaté que, sous l'action d'une addition de fluorure de sodium, la bande rouge la plus foncée du spectre de la méthémoglobine acide disparaît pour faire place à une nouvelle bande plus foncée dont le centre est à $\lambda = 612$. — M. M. Chanoz a déterminé pendant une année la conductibilité électrique de l'eau potable, dérivée du Rhône, qui alimente Lyon après filtration. Elle est relativement constante, et correspond à celle de solutions de NaCl contenant 1,53 à 1,85 grammes par litre. — MM. E. Jungfleisch et M. Godochot ont préparé l'acide *d*-lactique pur par action de H^2S sur le *d*-lactate de zinc. Il cristallise en aiguilles prismatiques fondant vers 25°-26°; son pouvoir rotatoire diminue quand la dilution augmente. — MM. F. Couturier et L. Meunier, en faisant réagir l'amalgame de magnésium sur la diméthylcétone, ont obtenu un produit magnésien, qui est décomposé par l'eau en donnant l'hydrate de pinacoline; le produit magnésien, soumis à la distillation sèche, fournit de l'oxyde de soufre. — M. R. Lespieau, en déshydratant par P^2O^5 l'éther $CH^2OC^2H^5$, $CHOH.CH^2.CO^2H$, a obtenu l'acide oxéthylcrotonique $CH^2OC^2H^5.CH : CH.CO^2H$, F. 45°, qui est oxydé par le permanganate de baryum en acide éthylérythrique $CH^2O C^2H^5.CHOH.CHOH.CO^2H$, F. 90°-92°. — M. L.-J. Simon a constaté que le nitrate d'hydroxylamine, additionné d'une quantité d'oxalate disodique supérieure à une demi-molécule, se comporte à l'oxydation comme l'oxalate d'hydroxylamine pur. — M. A. Astruc a préparé les glycérophosphates acide et neutre de pipérazine. — MM. A.-Ch. Girard et E. Rousseau ont comparé la culture du tabac à fumer avec celle du tabac à priser; la différence essentielle réside dans les exi-

gences de potasse, beaucoup plus élevées pour le tabac à fumer.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Moutier et A. Chalmel sont parvenus à abaisser la pression artérielle au-dessous de la normale par la d'Arsonvalisation. On la relève par l'application de courants de haute fréquence et de haute tension le long de la colonne vertébrale. — M. C. Zalackas a constaté que le *Nasturtium officinale* est, par excellence, l'antidote de la nicotine, à condition qu'il soit injecté à temps. — M. G. Loisel, en injectant à des cobayes des extraits ovariens de grenouille, a vu survenir une chute de poils prononcée, puis l'amaigrissement et, chez les femelles, une tendance marquée à la stérilité. — M. L. Brasil a constaté que, chez les *Monocystis* du Lombric, la conjugaison est anisogame; l'isogamie tend à devenir l'exception chez les Monocystidés. — M. H. Coutière a étudié les *Alpheidae* rapportés des Laquedives et des Maldives par l'expédition Gardiner. Il y a 76 espèces, dont 48 nouvelles. — M. J. Chautard a examiné un certain nombre de fossiles recueillis au Sénégal, sur les côtes du Baol et dans le pays de Sine. Leurs caractères doivent faire rattacher à l'Eocène moyen les terrains où ils ont été rencontrés. — M. E. Fournier signale des phénomènes de capture de cours d'eau datant du XVII^e, du XVIII^e et du début du XIX^e siècle, et prouvés par l'examen comparé de cartes remontant à ces époques et de cartes de l'époque actuelle.

Séance du 20 Mars 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. M. Fréchet a démontré directement les propositions suivantes : Lorsqu'on a pu définir la limite d'une suite d'éléments au moyen de l'écart, on peut affirmer que, pour de tels éléments : 1° Tout ensemble dérivé est fermé; 2° Toute opération fonctionnelle continue dans un ensemble compact et fermé y est uniformément continue. — M. Pigeaud communique ses recherches sur le calcul des arcs encastrés. — M. A. Hansky a photographié la couronne solaire au sommet du Mont-Blanc à l'aide de la grande lunette de 12 pouces en employant des écrans colorés absorbant le spectre depuis $\lambda = 660$ jusqu'à la limite du spectre. Les résultats obtenus sont encourageants.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ed. Branly décrit un dispositif qui permet de contrôler, au moyen d'ondes électriques, des actions produites à distance, telles que : entraînement d'un moteur électrique, allumage de lampes, explosion. — MM. A. Broca et Turchini ont constaté qu'on peut utiliser, pour produire des courants de haute fréquence de période calculable, des bouteilles de Leyde en verre, à condition d'introduire dans les formules une capacité environ moitié de celle qu'on mesure pour des charges d'environ une seconde. — M. G. Meslin a déterminé par sa méthode le coefficient d'aimantation spécifique et la susceptibilité magnétique d'un grand nombre de sels. — M. P. Villard : Sur le silhouettage photographique (voir p. 187). — M. W. Duane a étudié l'ionisation produite entre des plateaux parallèles par l'émanation du radium. Le courant produit par l'unité d'émanation est égal à $0,63 [d - (1 - e^{-d})]$, d étant la distance des plateaux et e la charge des ions. — M. R. de Forcrand montre qu'il y aurait de nombreux avantages à admettre que l'atome d'hydrogène est *divalent* et à doubler toutes les valences admises pour les éléments. — MM. M. Berthelot et Gaudechon ont poursuivi leurs recherches thermochimiques sur la strychnine et la brucine. La dissolution de la brucine dans HCl et H^2SO^4 dégage à peu près les

mêmes quantités de chaleur, et il en est de même pour la strychnine. — MM. P. Freundler et Ledru, en bromant la paraldéhyde sèche entre -5° et 0° , ont obtenu le bromacétal et, comme produit accessoire, l'aldéhyde tétrabromobutyrique. Le bromacétal, chauffé avec Mg, donne naissance à de l'oxyde d'éthyl-vinyle $\text{CH}^2 : \text{C}(\text{HOC}^2\text{H}^5)_2$, à du bromure et à de l'éthylate de Mg. — M. I. Bay indique que la coloration bleue donnée par la diphenylamine avec l'acide nitrique se produit avec un grand nombre d'oxydants et même après un certain temps d'exposition à l'air. — MM. L. Vignon et A. Simonet ont préparé un certain nombre de dérivés diazoïques de la diphenylamine avec les toluïdines, xylidines et naphtylamines $\text{R.Az}^2.\text{Az}(\text{C}^6\text{H}^5)^2$. — MM. E. E. Blaise et A. Luttringer sont parvenus à caractériser les lactones en faisant réagir sur elles l'hydrate d'hydrazine, qui conduit à la formation d'hydrazinolactones à point de fusion bien défini. — M. L. Brunel, en oxydant les deux thymomenthols, a obtenu une même thymomenthone, $\text{C}^{10}\text{H}^{18}\text{O}$, liquide, $d=0,911$, Eb. 212° . Par hydrogénation, elle reforme le β -thymomenthol. — M. A. Trillat explique le rôle antiseptique et conservateur des fumées dans une foule de circonstances par la présence constante de la formaldéhyde dans leurs parties gazeuses ou solides.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau signale les variations d'éclat et les éclipses totales des images primaires formées sur la rétine par de très faibles sources lumineuses de valeur constante. — MM. M. Doyon, A. Morel et N. Kareff ont reconnu que l'intoxication subaiguë des chiens par l'huile phosphorée détermine : la dégénérescence graisseuse du foie, la disparition du fibrinogène du plasma sanguin, l'incoagulabilité du sang. — M. et M^{me} L. Lapique ont observé que la loi d'excitation des muscles, quoique toujours la même pour les différents muscles, peut se présenter sous des allures très diverses, par suite des durées différentes des processus d'excitation. — M. H. Sérége expose les raisons anatomiques, physiologiques, anatomo-pathologiques et cliniques qui plaident en faveur de l'indépendance des lobes du foie. — M. J. Tissot montre que la polypnée est une des causes déterminantes des accidents de la chloroformisation; dans les périodes de polypnée, il convient d'administrer l'anesthésique avec prudence. — M. Ch. Henry présente un nouveau dynamomètre totaliseur-enregistreur pour la mesure de l'énergie musculaire disponible. — M. H. Guillemot a reconnu par de nombreuses mesures que, chez les tuberculeux au début ou chez les pré-tuberculeux, le cœur est plus petit que la normale, tandis que, chez les tuberculeux qui ont guéri de leurs lésions, il paraît être au-dessus de la normale.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 14 Mars 1905.

MM. V. Cornil et P. Coudray ont étudié sur le chien l'influence des corps étrangers traumatiques introduits dans l'articulation. En général, l'existence d'une couche très épaisse de fibro-cartilage à la face osseuse d'un corps traumatique libre semble indiquer que ce corps est resté en contact prolongé avec son point d'origine. — M. H. Huchard a constaté que l'acide formique, ingéré sous forme de formiate de soude et à la dose de 2 à 3 grammes par jour, provoque une augmentation, parfois considérable, de la force musculaire et une action tonique sur le cœur et les vaisseaux, et d'autre part une action diurétique très nette. Le pouvoir toxique des formiates est très faible. — L'Académie continue à discuter la question des rapports de la syphilis avec la paralysie générale.

Séance du 21 Mars 1905.

M. Cadiot est élu membre titulaire dans la Section de Médecine vétérinaire.

M. Mercorgant présente un Rapport sur les maladies endémiques épidémiques et contagieuses qui ont régné

dans les colonies françaises en 1903. — MM. A. Calmette et Breton ont réussi à provoquer expérimentalement l'infection ankylostomiasique chez le chien en injectant sous la peau de la région interscapulaire des larves enkystées d'*Ankylostomum caninum* ou d'*A. duodenale*.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 Mars 1905.

M. Ch. Féré signale une atrophie des testicules coïncidant avec l'augmentation de volume du corps thyroïde chez un paralytique général. — Le même auteur a déterminé la durée de l'influence des excitations sensorielles sur les mouvements volontaires. — M. L. Camus a observé que la disparition plus ou moins tardive des greffes parathyroïdiennes chez les animaux normaux ou partiellement éthyroïdés semble se produire comme celle des greffes du corps thyroïde. — MM. M. Doyon et Billet ont constaté que le retard de coagulation du sang provoqué par l'injection d'atropine dans la veine mésentérique ne s'accompagne jamais d'hypoleucocytose, mais parfois d'hyperleucocytose. — MM. M. Doyon et N. Kareff montrent que le foie intervient dans les modifications de la coagulabilité du sang produites par l'injection d'atropine. — MM. G. Billard, F. Bellet et Maltet ont reconnu que les modifications observées dans le développement des os chez le lapin après l'arrachement ou l'élongation du sciatique s'expliquent par des troubles vaso-moteurs et des troubles trophiques. — MM. G. Billard et Ch. Bruyant ont constaté que des alevins de truite, placés dans de l'eau contenant des cultures d'algues, y conservent une très grande vitalité. — M. J. Le Goff propose une méthode de dosage de certaines substances réductrices des urines au moyen du bleu de méthylène en milieu alcalin. — M. F. Battelli a observé que l'extrait des globules du chien ou du cobaye privés de stroma fait baisser la pression artérielle et est toxique si on l'injecte dans les veines d'un lapin immunisé contre ces globules. — M. S. Ramon y Cajal, par sa méthode à l'argent réduit, a trouvé, dans les ganglions rachidiens de l'homme et des Mammifères, outre la cellule unipolaire glomérulée classique : un type multipolaire, un type fenêtré, un type couvert de fossettes. — MM. M. Caullery et A. Chappellier décrivent un procédé commode pour inclure dans la paraffine des objets microscopiques. — M^{me} P. Cernovodeanu et M. V. Henri ont observé que l'hémolysine du sérum de chien est absorbée par les globules de poule pendant les dix premières minutes qui suivent le mélange à 34° . — MM. M. Gompel et V. Henri ont reconnu que le suc pancréatique kinasé, additionné à un mélange d'albumine d'œuf crue et d'albumine coagulée, digère d'abord l'albumine crue. La digestion de l'albumine coagulée commence lorsque celle de l'albumine crue est déjà très avancée. — M. Ch. Dopter a constaté que, dans le sérum d'animaux vaccinés contre l'un des bacilles dysentériques, il existe une sensibilisatrice spécifique, nettement décelable par la réaction de fixation de Bordet, pour le bacille utilisé pour l'immunisation. — M. E. Géraudel a observé que la capillarisation du courant de décharge porto-sus-hépatique est totale au niveau du parenchyme hépatique. — M. G. Loisel : Stérilité et alopécie chez les cobayes soumis à l'influence des poisons ovariens de grenouille (voir p. 345). — Le même auteur a étudié l'hérédité de la coloration du plumage chez les pigeons voyageurs; ni la loi de Mendel, ni celles de Galton et de Pearson, ne s'appliquent aux résultats observés. — M. E. Géraudel poursuit ses recherches sur la structure du foie et le bourgeon glandulaire hépatique.

Séance du 18 Mars 1905.

M. W. Giesbrecht estime que la luminosité des animaux n'est pas un processus vital, mais un processus physico-chimique. — M. Ed. Retterer a constaté que le genou du Chimpanzé possède un fibro-

cartilage interne en forme de ménisque et un fibrocartilage externe circulaire ou mieux annulaire. — **M. L. Dor** propose d'employer l'essence de moutarde comme liquide conservateur des pièces anatomiques. — **M. J. Jolly** estime que la forme normale des globules rouges des Mammifères est la forme discoïde. Les formes de cupules plus ou moins excavées qu'on observe quelquefois sont l'ébauche d'un gonflement dû à l'hydratation inégale de la membrane. — **M. Ch. Dopter** a observé une sensibilisatrice spécifique dans le sérum des malades atteints de dysenterie bacillaire. — **M. G. Mioni** pense que, pour avoir des résultats comparables dans l'évaluation de la vitesse initiale de l'hémolyse, il faut qu'une quantité constante de liquide hémolytique soit mise en contact avec une quantité toujours constante d'émulsion globulaire. — **MM. Haaland et Yourewitch** ont étudié une pasteurellose sévissant en même temps sur les lapins, les cobayes et les souris, et qui se manifeste chez le lapin par une sécrétion purulente du nez. — **M. Theoris** a constaté de nombreux cas d'helminthiase chez des mineurs soldats dans un régiment à Lille; ils constituent une menace réelle pour le recrutement. — **M. J. Rehns** décrit quelques actions biologiques du radium. — **MM. M. Doyon, A. Morel et N. Kareff**: Action de l'intoxication phosphorée chez le chien (voir p. 346). — **M. R. Legendre** a constaté la présence de granulations colorables par le vert lumière dans les cellules nerveuses d'*Helix aspersa* et leur cylindraxe. — **M. Laforgue** signale de nouveaux cas de typhus récurrent en Tunisie, dont quelques-uns ont présenté un haut degré de gravité. — **M. E. Fauré-Frémiet** décrit l'organisation d'une amibe, le *Cochliopodium pellaucidum*. — **M. H. Vincent** montre que le bacille fusiforme n'est pas identique avec le *Spirillum spitzigenum*, comme Plaut l'avait annoncé. — **M. et M^{me} L. Lapicque**: Durée des processus d'excitation pour différents muscles (voir p. 346). — **M. E. Laguesse** a cherché à établir le nombre normal des îlots de Langerhans dans le pancréas de l'homme. Il trouve, en moyenne, dans les conditions normales, un îlot ou un peu moins d'un îlot par millimètre carré. — **M^{lle} P. Cernovodeanu et M. V. Henri** ont constaté que les globules de cheval absorbent bien plus vite l'hémolysine du sérum de chien que ne le font les globules de poule. — **M. A. Trillat**: Propriétés antiseptiques de certaines fumées (voir p. 346). — **M. L. Léger** a découvert un nouveau Trypanoplasme, qu'il nomme *Tr. intestinalis*, vivant en parasite dans le tube digestif d'un poisson de mer, le *Box boops*.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 14 Mars 1905.

MM. Coyne et Cavalé ont observé, dans les zones de ramollissement et de destruction de la carie de l'ivoire, des ostéoclastes qui participent à la destruction du tissu et paraissent jouer un rôle très important dans le processus de la carie. — **M. J. Chainé** montre que tout état dans lequel un muscle polygastrique n'a pas une direction parallèle à l'axe du corps est une disposition acquise dans le cours du développement phylogénique. — **M. Mongour** a constaté qu'à la période cholémique mais acholurique de l'ictère catharrhal orthopigmentaire, aussi bien qu'à la phase chloleurique et cholémique, le liquide céphalo-rachidien ne contient pas de pigments biliaires. — **MM. H. Sérégé et E. Soulié** ont reconnu que le foie droit et le foie gauche ont une vitesse de circulation du sang différente, supérieure pour le foie droit. Cela explique que le foie gauche renferme plus de glycogène que le droit, car il s'en débarrasse moins rapidement.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Mars 1905.

M. A. Cotton présente à la Société un télescope, que lui a légué M. de Romilly, et dont le miroir porte sur le

verre la signature de Foucault. Ce miroir présente, en effet, un intérêt particulier, le rapport entre le diamètre et la distance focale ayant la valeur $\frac{1}{4,5}$; c'est la seule

fois que Foucault a entrepris de surmonter les difficultés que l'on rencontre dans la construction d'un miroir aussi ouvert. Avant que l'on remette cet instrument à l'Observatoire de Paris, auquel la Société de Physique l'a elle-même donné, M. Cotton a été autorisé par le Conseil à refaire l'argenture du miroir, à étudier l'instrument et à le présenter à une séance de la Société. M. Cotton rappelle à ce propos les différents procédés employés pour l'étude et pour la retouche des miroirs et des surfaces optiques en général. — **M. V. Henri**: *Lois d'action des diastases*: 1° Toutes les diastases possèdent les propriétés générales suivantes: a) Chaque diastase agit sur des corps bien déterminés; dans beaucoup de cas, il a été possible d'établir une relation entre les propriétés stéréochimiques des corps qui sont attaqués par une diastase donnée; b) Toutes les diastases forment des solutions colloïdales; c) Il y a une disproportion énorme entre la quantité d'une diastase et la quantité de corps qui peut être transformée par une diastase donnée; ainsi, par exemple, on peut avec 1 milligramme d'invertine transformer 20 grammes de saccharose en un mélange de glucose et de lévulose; d) Les diastases ne s'affaiblissent pas pendant leur action; elles apparaissent donc, à ce point de vue, comme indestructibles. Ces propriétés générales montrent que les actions diastatiques font partie du groupe des actions catalytiques produites par les colloïdes. Il y a donc intérêt à étudier en détail les lois d'action des réactions catalytiques produites par des colloïdes; cette étude a été entreprise par Bredig il y a déjà quatre ans; 2° Lorsqu'on étudie les actions diastatiques, on observe les caractères suivants: a) Les réactions diastatiques sont lentes; ce ne sont pas des réactions instantanées; il y a donc lieu d'étudier la courbe qui exprime la vitesse de ces réactions. L'auteur a montré que l'on trouve des courbes qui sont dans certains cas (invertine, maltase) plus rapides qu'une logarithmique simple; dans d'autres cas, au contraire, on trouve des courbes plus lentes (par exemple pour l'action de l'émulsine); b) La vitesse initiale d'une réaction diastatique dépend de la concentration du corps à transformer; M. Victor Henri a établi, il y a deux ans, que cette relation est de la forme suivante:

$$\text{vitesse initiale} = \frac{na}{1+ma},$$

dans laquelle n et m sont deux constantes et a la concentration du corps sur lequel agit la diastase; c) Les produits d'une réaction diastatique ralentissent cette réaction; d) Un grand nombre de corps solubles agissent sur la vitesse d'action d'une diastase: certains accélèrent, d'autres la ralentissent; parmi ces corps, il en existe un certain nombre qui agissent à des doses extrêmement faibles: on les désigne par le nom de *poisons*; 3° Dans l'histoire de l'étude théorique des lois d'action des diastases on peut distinguer trois phases. a) Au début, on a comparé les actions diastatiques à des réactions chimiques se produisant dans un milieu homogène; b) Ensuite, on les a comparées à des actions catalytiques se produisant en milieu homogène; c) Enfin, on les rapproche maintenant des réactions catalytiques se produisant dans des milieux hétérogènes. C'est cette dernière question que l'auteur examine; 4° Il y a un an (26 janvier 1904), Nernst a publié quelques considérations théoriques sur la vitesse des réactions chimiques se produisant dans des milieux hétérogènes. Lorsque la réaction a lieu seulement au contact de deux phases, par exemple l'attaque d'un métal par un acide, le processus total se décompose en trois parties: α , diffusion de l'un des corps vers la surface de séparation entre les deux phases; β , transformation s'accomplissant à cet endroit; γ , diffusion au dehors des corps

qui apparaissent. Nernst suppose que, dans beaucoup de réactions, le processus β est très rapide, pour ainsi dire instantané; la vitesse de la réaction ne dépendra donc que de la vitesse de diffusion. Le problème de Cinétique chimique se trouve donc ainsi ramené à un problème physique de vitesse de diffusion. L'auteur montre, par deux exemples, que les réactions catalytiques produites par les colloïdes ne peuvent pas être considérées comme se ramenant à un simple processus de diffusion du corps réagissant vers la surface des granules colloïdaux. Nous devons admettre l'existence d'un deuxième processus lent, par exemple admettre que la réaction au contact des deux phases ou dans l'intérieur de l'une d'elles (à l'intérieur des granules) est lente; 6° L'hypothèse à laquelle on est ainsi amené peut être exprimée mathématiquement. Soient, au moment t , x la concentration du corps qui se transforme au dehors, dans le liquide intergranulaire, y sa concentration au contact immédiat ou dans l'intérieur des granules, là où se fait la transformation. Si la réaction elle-même est monomoléculaire, on aura les deux relations suivantes :

$$(1) \quad -\frac{dy}{dt} = Ky, \quad \text{vitesse de la réaction elle-même.}$$

$$(2) \quad -\frac{dx}{dt} = K_1(x-y), \quad \text{vitesse de la diffusion.}$$

En différenciant la deuxième équation et en substituant les valeurs $\frac{dx}{dt}$ et $\frac{dy}{dt}$, on obtient l'équation :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + (K + K_1) \frac{dx}{dt} + KK_1x = 0.$$

Donc l'intégrale générale des équations (1) et (2) est $x = c_1e^{-Kt} + c_2e^{-K_1t}$. Au début, pour $t = 0$, on a $x = a$, concentration initiale; donc $c_1 + c_2 = a$. De plus, pour les diastases, la vitesse initiale est de la forme :

$$\frac{a}{1+ma};$$

donc, pour $t = 0$:

$$-\frac{dx}{dt} = \frac{a}{1+ma};$$

par conséquent,

$$Kc_1 + K_1c_2 = \frac{a}{1+ma}.$$

La formule définitive qui exprime l'action des diastases est donc :

$$x = \frac{a}{K_1 - K} [(K_1 - A)e^{-Kt} - (K - A)e^{-K_1t}];$$

dans cette formule,

$$A = \frac{1}{1+ma}.$$

On voit immédiatement que, pour K_1 très grand (diffusion très rapide), la formule précédente devient $x = ae^{-Kt}$; de même, pour K très grand (réaction instantanée), on a $x = ae^{-K_1t}$. De plus, si nous admettons que K_1 est plus grand que K , lorsque K sera $> A$ on aura une courbe plus lente que la logarithmique (c'est le cas de l'émulsine); si, au contraire, $K < A$, la courbe sera plus rapide qu'une logarithmique (c'est le cas de l'invertine et de la maltase). M. Victor Henri montrera, dans une prochaine communication expérimentale, comment les différentes expériences peuvent être représentées par la formule précédente. On voit donc que la loi générale d'une réaction se produisant en milieu hétérogène a pour expression : $x = c_1e^{-Kt} + c_2e^{-K_1t}$, avec la restriction $c_1 + c_2 = a$. On se demande que signifie, dans le cas des diastases, l'expression de la vitesse initiale :

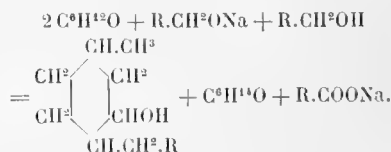
$$-\frac{dx}{dt} = \frac{a}{1+ma};$$

quelle est la représentation physique qui nous permet d'interpréter cette expression? Nous devons rapprocher les actions diastasiques des phénomènes d'absorption étudiés pour différents colloïdes par de nombreux auteurs; ces recherches montrent que tout corps soluble additionné à une solution colloïdale se répartit entre les granules et le liquide intergranulaire; lorsqu'on augmente la concentration du corps dehors, la concentration dans les granules augmente d'abord rapidement et ensuite de plus en plus lentement; la courbe d'absorption obtenue en portant en abscisses les concentrations dans le liquide intergranulaire et en ordonnées les concentrations dans les granules est identique à celle qui relie la vitesse initiale de l'action d'une diastase à la concentration du corps à transformer. On peut donc admettre que le corps transformé par la diastase se répartit entre les granules et le liquide intergranulaire suivant la loi générale d'absorption des colloïdes. On verra comment cette hypothèse peut être vérifiée par des expériences dans lesquelles on étudie l'action de différents colloïdes sur la vitesse des réactions diastasiques. — M. Abraham présente à la Société un modèle de supports pour appareils de physique, qui a été combiné par M. C.-V. Boys et construit par la Scientific Instrument Co, de Cambridge. Ce sont des trépieds en fonte ou en bronze, ayant soit 7^{cm},5 de rayon et une hauteur de 2^{cm},5 ou de 7^{cm},5; soit 17^{cm},5 de rayon et une hauteur de 3^{cm},6 ou de 7^{cm},6. Des rainures radiales sont ménagées dans leurs faces supérieures, pour recevoir les vis calantes des appareils. On peut aussi visser un plateau sur ces trépieds. Pour obtenir un support de hauteur quelconque, il suffit de placer un certain nombre de trépieds les uns sur les autres. Grâce à l'emboîtement des pieds dans les rainures, la stabilité du support est extrêmement remarquable. Le prix de revient de ces supports est insignifiant, une fois le modèle établi. Ils semblent pouvoir rendre de très réels services dans tous les laboratoires.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 10 Mars 1905.

MM. L.-J. Simon et Chavanne ont entrepris l'étude du glyoxylate d'éthyle; ils entretiennent la Société des premiers résultats de leurs recherches. — M. F. March a présenté, au nom de M. A. Haller et en son nom personnel, les résultats de leur étude sur l'action des alcoolates de sodium sur la β -méthylcyclohexanone, et montré qu'ils réagissent à 200-220°, en autoclave, à la fois comme réducteurs et substituants de cette cétone. On obtient par ce nouveau procédé, et en une seule opération, des homologues et isomères du menthol, identiques à ceux que fournit la réduction des méthyl-alcoylcyclohexanones synthétiques. Ils ont ainsi préparé les méthylcyclohexanols propylés, isobutylés, isoamylés en position 3 ou 4, leurs phénylurêthanes ou leurs éthers acétiques. La réaction qui leur donne naissance peut être représentée par l'équation :



La méthylcyclohexanone échappe en partie à l'alcoylation par suite de sa transformation en alcool correspondant, que l'on a caractérisé par sa phénylurêthane (F. 115-116°), non encore préparée. L'alcoylation ne s'arrête d'ailleurs pas à une monosubstitution; avec le benzylate de sodium, on peut isoler à la fois l'alcool monobenzylé, qui fond à 101°,5-102°, et le dérivé dibenzylé, qui bout à 257-258° sous 21 millimètres. Le premier de ces composés s'obtient également par l'action de l'aldéhyde benzoïque sur le β -méthylcyclohexanol sodé et se trouve identique au composé obtenu par

M. O. Wallach dans la réduction de la benzylidène-méthylcyclohexanone (F. 97°). Les auteurs se proposent d'étendre cette réaction à d'autres cétones. — M. L. Bouveault entretient la Société de ses recherches sur la réduction des éthers-sels par le sodium.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 26 Janvier 1903 (suite).

M. G. W. Walker étudie l'impulsion produite sur les ions par les perturbations électromagnétiques. Il montre que la propagation de perturbations polarisées planes à travers une portion de l'espace contenant des ions suppose une impulsion des ions positifs et négatifs qui peuvent se trouver dans ou contre la direction de propagation suivant les circonstances initiales. Comme le mouvement suivant l'axe des z ne dépend pas de l'orientation du plan de polarisation, on arrive à des résultats analogues pour les perturbations non polarisées. Le rétablissement des vitesses initiales par rapport à l'origine, après le passage de ce qu'on peut appeler une pulsation complète, montre qu'aucune énergie (par rapport à l'origine) n'est soustraite d'une façon permanente par les ions; quoique, durant une partie de la pulsation, de l'énergie soit soustraite, elle est exactement restituée pendant l'autre partie. Par contre, si l'on tient compte de la radiation de l'ion, ce n'est plus le cas. De l'énergie est soustraite d'une façon définitive des pulsations, et elle est rayonnée par l'ion. Dans ce cas, le passage d'une pulsation complète ne rétablit les vitesses originales que si l'énergie absorbée par les ions est rayonnée avant la fin du passage de la pulsation. Ce n'est pas le cas, en général. Donc, si l'on tient compte de la radiation, il y a toujours une accélération des ions. L'auteur applique ces résultats à la théorie des substances radio-actives, qu'il considère comme la source de perturbations électro-magnétiques qui ionisent les gaz dans leur voisinage immédiat; il se forme alors un flux d'ions positifs et négatifs et probablement aussi de molécules neutres, à la fois émanant de la substance et y arrivant. — MM. L. Chapman et C. H. Burgess : Note sur la cause de la période d'induction chimique dans l'union de l'hydrogène et du chlore. Les auteurs ont démontré que la période d'induction, dans l'union de l'hydrogène et du chlore exposés à la lumière, qui a été attribuée par divers auteurs soit à un changement dans la condition physique du chlore ou du mélange d'hydrogène et de chlore, soit à une formation primaire d'un composé intermédiaire instable, est due à la présence d'impuretés. Les impuretés sont celles qui réagissent avec le chlore, telles que l'ammoniaque et l'anhydride sulfureux. A la température ordinaire, dans l'obscurité, la réaction entre ces substances et le chlore n'est pas complète. A la lumière ou par l'élévation de la température, ces impuretés peuvent être entièrement éliminées. Le temps nécessaire pour leur éloignement est la période d'induction, pendant laquelle le chlore est rendu incapable de combinaison avec l'hydrogène. On a, de plus, supposé que, si on laisse reposer pendant quelque temps dans l'obscurité un mélange induit d'hydrogène et de chlore, il faut l'induire à nouveau avant que la combinaison se produise à son cours normal. Ce n'est pas le cas si l'on substitue un actinomètre de quartz à celui de verre. — Sir W. Crookes a étudié l'effet des radiations solaires et d'autres radiations sur la couleur du verre. On sait que beaucoup de verres incolores contiennent du manganèse, qui y a été introduit pour neutraliser la couleur provenant de la présence du fer. Ces verres, exposés pendant longtemps à la lumière solaire, prennent peu à peu une coloration violette. L'auteur a reconnu que la même coloration se produit sous l'influence des rayons du radium. Il est possible que le rayonnement solaire contienne des radiations qui se rapprochent de celles du radium. — M. F. Fox : Sur le percement du tunnel du Simplon et la distribution des températures rencontrées.

Séance du 2 Février 1903.

M. C. Chree étudie au point de vue mathématique la méthode récemment indiquée par M. A. Mallock pour déterminer le coefficient d'élasticité de volume des métaux par l'observation directe de l'extension d'un cylindre droit creux sous une pression interne uniforme. Il montre que les résultats obtenus par M. Mallock ne peuvent être exacts que dans certaines limites indiquées. — Lord Rayleigh : Sur la compressibilité des gaz entre une atmosphère et une demi-atmosphère de pression. Ce Mémoire contient un compte rendu détaillé des observations mentionnées dans la notice préliminaire de février 1904. Des résultats sont maintenant donnés pour l'air, l'anhydride carbonique et l'oxyde nitreux. La table suivante indique les valeurs de B pour les divers gaz à des températures spécifiées, B étant le quotient de la valeur de μv à une demi-atmosphère par la valeur de μv à une atmosphère entière :

	B	TEMPÉRATURE
Gaz	1,00038	11°2
Hydrogène	0,59974	10,7
Azote	1,00015	14,9
Oxyde de carbone	1,00026	13,8
Air	1,00023	11,4
Anhydride carbonique	1,00279	15,0
Oxyde nitreux	1,00327	11,0

Au moyen d'une formule donnée par D. Berthelot, les compressibilités à 0°C. sont déterminées, et appliquées pour déduire le rapport des densités, telles qu'on les observerait à 0°C. sous de très basses pressions. D'après la loi d'Avogadro, ce sont les poids moléculaires relatifs. D'après les densités de l'azote et de l'oxygène, on obtient $Az = 14,008$, si $O = 16$; et d'après celles de l'oxygène et de l'oxyde nitreux, on trouve que $Az = 13,998$. Le premier nombre est probablement le plus exact.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 10 Mars 1903.

M. A. Campbell décrit deux méthodes par lesquelles les lectures d'une boîte de résistances reliée avec un thermomètre à résistance de platine donnent directement la température sans l'emploi d'aucune formule ou table. Dans la première méthode, la résistance variable du bras de mesure du pont de Wheatstone est shuntée avec une résistance appropriée. Quand le shunt a la valeur propre, la variation de résistance dans le bras de mesure nécessaire pour établir l'équilibre est proportionnelle à la température du platine avec une assez grande exactitude jusqu'à 1.000° C. Dans la seconde, le bras de mesure est une boucle de résistance fermée, une extrémité du bras étant un point fixe de la boucle, tandis que l'autre est une glissière qui se déplace le long de la boucle. La résistance totale du bras est reliée par une loi parabolique simple avec l'excès X de la lecture de la glissière sur la lecture du 0. L'auteur montre comment on peut calculer les valeurs de la résistance de la boucle et du zéro de façon à rendre cette formule parabolique identique à celle qui donne la variation de résistance en fonction de la température d'un spécimen quelconque de platine. Quand les résistances ont ces valeurs, les lectures X sont proportionnelles à la température du platine. — M. Chree a étudié au point de vue mathématique le problème des tensions qui se manifestent dans la croûte terrestre avant et après le percement d'un puits. Si l'on considère la Terre élastique formée d'un noyau incompressible et d'une croûte compressible dont l'épaisseur n'est qu'une faible fraction du rayon terrestre (hypothèse la plus vraisemblable), on trouve que la pression horizontale à laquelle elle est soumise s'évanouit à la surface et est, en première approximation, fonction linéaire de la profondeur, comme la pression verticale. Dans cette hypothèse, une petite portion de matière, à quelques

kilomètres de profondeur, avant le percement du puits, est analogue à un cylindre solide, exposé à des pressions normales différentes sur ses extrémités planes et sa surface courbe. La pression verticale à une profondeur donnée est probablement un peu moindre que la pression qui existerait à la même profondeur dans un liquide de même densité moyenne que la croûte superficielle; la pression horizontale peut être aussi grande que la pression verticale, mais elle est probablement moindre, à moins que la matière ne se comporte comme un solide incompressible. Après le percement du puits, la matière entourant immédiatement les parois est semblable à un cylindre creux dont la paroi interne est libre de tensions, tandis que des pressions normales agissent sur sa surface extérieure et ses extrémités planes. La matière située immédiatement au-dessous du trou est dans la position d'un bouchon dans une bouteille de bière. Il y a tendance à une rupture des parois ou à un flux de matière. — **M. J. Morrow** étudie les vibrations latérales des barreaux de section uniforme ou variable. L'auteur montre qu'en supposant un type de vibration en rapport avec les conditions observées aux extrémités du barreau, la période peut être obtenue approximativement d'une façon simple, et que, par un procédé d'approximation continue, la période et le type de vibration peuvent être déterminés dans un grand nombre de cas.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 2 Mars 1905.

MM. F. B. Power et **F. Tutin** ont préparé à l'état pur les sels de l'acide glycérylphosphorique $C^3H^7(OH)^2.O.PO(OH)^2$; les différences de composition et de propriétés attribuées à ces sels par divers auteurs sont dues à la présence de sels du di-éther en proportions variables.

— **M. A. W. Stewart**, pour expliquer la transmutation des isomères géométriques, admet comme phase de la réaction la formation et la rupture d'un composé tétraméthylénique. Dans le cas des acides maléique et fumarique, le composé intermédiaire serait un acide tétraméthylène-1 : 2 : 3 : 4-tétracarboxylique, dans lequel les groupes carboxyliques attachés aux atomes de carbone 1 : 2 se trouvent sur le côté de l'anneau opposé à celui où se trouvent les groupes attachés aux atomes 3 : 4. Un anneau tétraméthylénique de ce genre peut se scinder de deux manières : soit par rupture des liaisons entre 1 et 2 et 3 et 4, soit par rupture entre 1 et 4 et 3 et 2; dans le premier cas, il se produit de l'acide fumarique; dans le second, l'acide maléique est régénéré. — **MM. J. S. Hills** et **W. P. Wynne** ont constaté que les propriétés purgatives du *Linum catharticum* sont dues à un glucoside incristallisable, qui, par hydrolyse, fournit du glucose et de la *linine*, $C^{13}H^{21}O^9$, F. 203°, insoluble dans l'eau. Elle contient 4 groupes méthoxyles; par oxydation avec l'acide nitrique ou le permanganate, elle donne de l'acide oxalique. — **MM. J. J. Dobbie** et **Ch. K. Tinkler** ont reconnu que les spectres d'absorption du méthiodure de phénylacridine et de l'hydrate qui en dérive par l'action des alcalis diffèrent considérablement, tandis que celui de la dernière substance se rapproche du spectre de la dihydrophénylacridine. Cette ressemblance est inexplicable si l'on ne considère pas l'hydrate comme un carbinol ayant les mêmes relations avec la dihydrophénylacridine que la cotarnine avec l'hydrocotarnine. — Les mêmes auteurs ont trouvé que les formes stables et instables des diazosulfonates isomères et des diazocyanures isomères dérivés de la *p*-anisidine et de la *p*-chloraniline donnent des spectres identiques ou très voisins. Ce résultat confirme l'hypothèse de Hantzsch, d'après laquelle ces substances sont des modifications *syn* et *anti*. — **M. J. C. Brown** a déterminé à nouveau avec une grande exactitude les chaleurs latentes d'évaporation du benzène et de ses homologues. — **MM. W. H. Perkin jun.** et **S. S. Pickles**, en réduisant l'acide isophtalique par l'amalgame de sodium à 45°, ont obtenu deux acides

tétrahydroisophtaliques, l'acide Δ^2 , F. 168°, et l'acide *cis*- Δ^3 , F. 165°. Bouillis avec KOH concentrée, ils donnent l'acide Δ^3 , F. 244°; l'acide *cis*, chauffé avec HCl à 170°, fournit l'acide *trans*- Δ^3 , F. 223°-227°. — **M. R. E. Doran** a étudié l'influence de la température sur la réaction entre le thiocyanate d'acétyle et certaines bases. Avec l'aniline, il se produit à froid un thiocyanate; à chaud, une thiocarbidimide. — **M. Th. S. Patterson** a déterminé la rotation du tartrate d'éthyle en solution dans le chloroforme; ce solvant exerce une diminution marquée sur le pouvoir rotatoire. — **M. A. W. Stewart** a étudié l'addition du sulfite acide de sodium aux composés cétoniques. Comparant les résultats obtenus avec l'acétone, l'acétoacétate d'éthyle et l'acétoacétone-dicarboxylate diéthylique, on trouve que le remplacement d'un hydrogène par un carboxyle augmente la vitesse d'addition, et que la substitution d'un 2° carboxyle à un autre hydrogène l'accélère encore plus. — **MM. R. S. Morrell** et **A. E. Bellars** ont essayé de reconnaître la disparition des différents sucres, durant leur oxydation par H^2O^2 en présence de sulfate ferreux, en observant la diminution de l'angle de rotation, concurrentement avec la variation du pouvoir réducteur et de l'acidité. On constate que, pour des additions successives de H^2O^2 jusqu'à 1 mol.-gr. pour le même poids d'hydrate de carbone, la diminution de l'angle est proportionnelle à la quantité ajoutée et au sucre oxydé. — **MM. J. B. Cohen** et **H. G. Bennett** ont étudié la chloration des chloronitrobenzènes isomères.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 6 Février 1905.

M. W.-P. Dreaper expose une nouvelle théorie de la teinture, dans laquelle les conditions de la teinture sont les suivantes : 1° Un état de solution du colorant ou du mordant entre certaines limites d'agrégation; 2° Un état de la fibre correspondant à ce degré d'agrégation; 3° Une « localisation » effective du colorant, avec concentration subséquente du colorant dans la substance de la fibre; 4° Une dé-solution, due à l'attraction secondaire entre la substance de la fibre et le colorant, ou « effet de concentration ». Dans des cas rares, l'attraction chimique peut jouer un rôle dans le processus à ce stade. Il n'y a pas de preuves en faveur d'une solution solide dans la teinture.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 16 Février 1905.

MM. H.-S. Pattinson et **G.-C. Redpath** ont étudié les diverses méthodes pour séparer et déterminer le zinc dans les blendes et d'autres produits naturels ou artificiels. En général, pour la rapidité et la convenance, ils préfèrent la méthode de Schulz et Low, qui peut, en outre, être avantageusement employée pour la séparation du zinc dans l'analyse des minerais de fer. Des deux méthodes au sulfure, celle de von Berg doit être préférée, à cause de la plus grande densité du précipité de sulfure, qui se lave plus rapidement que dans la méthode de Lewis.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 16 Décembre 1904.

M. H. Lieber montre que, pour obtenir les effets radio-actifs maxima avec une quantité donnée de radium, il est essentiel que les parois du contenant n'interceptent ni les rayons α , ni l'émanation, et que le radium soit étendu à l'état de couche infiniment mince. L'auteur propose l'emploi d'enduits de radium, qu'il obtient de la façon suivante : Le radium est dissous dans un solvant approprié, et dans cette solution on trempe un support convenable; on le retire avec une certaine quantité de solution de radium qui y adhère.

Le solvant s'évapore rapidement et laisse la substance couverte d'une pellicule très mince de radium. On peut l'employer sous cette forme, et on obtient des effets beaucoup plus énergiques qu'avec le radium enfermé dans une enceinte, même en feuille d'aluminium excessivement mince.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 12 Janvier 1903.

M. E. Warburg présente un Mémoire de M. U. Behn, privat-docent à l'Université de Berlin, sur le rapport de la calorie moyenne (de Bunsen) à la calorie de 15° C. On connaît la grande importance qu'aurait l'unification internationale de l'étalon de chaleur. Alors que l'*erg* a été adopté comme unité théorique dès 1896 par le Committee on Electrical Standards (Comité des Etalons électriques), l'étalon 4,2 Joule² a été proposé comme unité pratique. Cette unité, tout en s'approchant de la calorie de 7°, devrait être établie rigoureusement dans ses rapports avec la chaleur spécifique de l'eau. Or, on a formulé dans ces dernières années des objections contre le choix de cette unité pratique, et beaucoup de savants lui préfèrent actuellement un étalon directement basé sur la capacité calorifique de l'eau. C'est afin de raccorder entre elles les différentes calories qu'on pourrait adopter dans cet ordre d'idées que l'auteur établit le rapport de la calorie moyenne (de Bunsen) à celle de 15°, en se servant du calorimètre à glace. Il s'agissait de déterminer la quantité de mercure pénétrant dans le calorimètre par suite de l'introduction d'une calorie de 15°. C'est à cet effet qu'on a évalué les quantités de mercure pénétrant dans le calorimètre à glace, lorsqu'on y introduit : 1° Un gramme d'eau à 10°; 2° Un gramme d'eau à 20°. Ces quantités permettent de trouver facilement la quantité correspondant à la calorie de 15°. Comme résultat de ces expériences, on trouve que le rapport des deux calories est de 0,9997. — M. J. Schur présente une Note sur une classe d'ensembles finis de substitutions linéaires. L'auteur y détermine le moindre multiple commun des ordres de tous les ensembles finis de substitutions linéaires à n variables dont les traces appartiennent à un corps numérique algébrique donné.

Séance du 19 Janvier 1903.

M. Klein présente un Mémoire sur les goniomètres-théodolites. Après avoir discuté la conversion du polymètre à cristaux en goniomètre-théodolite, l'auteur expose les avantages que présente l'emploi d'une modification de ce dernier pour la mensuration des angles et pour les calculs de cristaux basés là-dessus. — M. Stumpf vient d'étudier les fonctions et phénomènes psychiques. La décomposition des fonctions psychiques en phénomènes s'est trouvée impraticable dans tous les cas. La différence établie est parmi les plus rigoureuses que nous connaissons. L'expérience rend cependant probable aussi une variabilité réciproquement indépendante des fonctions et des phénomènes dans de larges limites. L'étude des phénomènes en eux-mêmes et de leurs lois immanentes, loin d'appartenir à la physique ou aux sciences philosophiques, constituerait un groupe de recherches indépendantes et fort étendues.

Séance du 2 Février 1903.

M. Möbius présente un Mémoire sur les caractères esthétiques des insectes, mémoire où il considère les formes et les colorations de ces animaux au point de vue de l'esthétique. On sait que les insectes dépassent toutes les autres classes d'animaux par la variété infinie de leurs formes, colorations et modes de mouvement : ils courent, sautent, grimpent, volent, nagent, percent, creusent ou piquent, suivant les cas, et la multiplicité de leurs couleurs embrasse toutes celles que la Nature produit sur les autres corps. Mais l'impression esthétique qu'ils produisent dépend encore de leur grandeur,

et tout particulièrement de la grandeur relative des différentes parties de leur corps. Les insectes multicolores ou d'une coloration violente attirent le regard plus fortement que ceux d'une couleur simple ou double, et la conception de l'unité esthétique de l'individu en devient plus difficile, l'œil errant d'une couleur à l'autre. Plus les dessins colorés s'harmonisent avec la forme du corps et plus ils seront agréables à l'œil. Les stries longitudinales sont plus belles que les transversales ou que les taches clairsemées. Les bords sombres plaisent à l'œil plus que les clairs, qui distraient le regard du milieu de l'ensemble. Les ailes de papillon à bords sombres et dont la couleur va en s'éclaircissant vers le milieu du corps se prêtent d'une façon très agréable à la perception de l'unité esthétique de l'ensemble. — M. W. Ostwald a fait des études iconoscopiques dans le but de trouver des réactions colorimétriques permettant de déterminer, de concert avec les recherches microscopiques, la technique de la peinture des tableaux. — M. Königsberger présente un Mémoire sur les équations aux dérivées partielles de la Mécanique générale résultant de la variation des intégrales multiples. L'auteur y développe les conditions explicites de l'existence d'un potentiel cinématique d'ordre supérieur à un nombre quelconque de variables dépendantes et indépendantes, et cela sous une forme plus simple que ses devanciers. A l'aide des résultats ainsi obtenus, il étudie la question de savoir lesquelles des équations bien connues aux dérivées partielles employées dans la Physique mathématique doivent leur origine au principe de Hamilton, étendu à un nombre quelconque de variables, admettant par conséquent une interprétation mécanique dans le sens des principes mécaniques étendus. En se basant sur ses dernières publications, l'auteur traite en même temps le principe d'énergie pour les cas précités. — M. Kohlrausch présente une étude expérimentale de MM. L. Holborn et L. Austin, à Charlottenburg, sur la chaleur spécifique des gaz aux températures élevées. Les valeurs trouvées par les auteurs dans la région de 20° à 400° concordent pour l'air et l'azote avec les chiffres trouvés par Regnault pour un intervalle plus petit, alors que, dans le cas de l'oxygène, les auteurs trouvent une chaleur spécifique plus grande. La méthode employée consistait à chauffer les gaz dans un tube en nickel de 8 millimètres de diamètre, rempli de copeaux métalliques et maintenu à une température constante par un courant électrique. Le calorimètre en argent, où le gaz transmettait sa chaleur au tube rempli de sciure métallique, renfermait un demi-litre d'eau et était entouré d'une enveloppe d'eau dont la température se maintenait constante à 1/10 de degré près. Les températures du gaz avant son entrée dans le calorimètre étaient mesurées à l'aide d'une pile thermique.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 3 Février 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Mertens : Sur les équations cycliques.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. O. Tumlirz : Les états stables et labiles des liquides et des vapeurs. — M. W. Pscheidl : Calcul d'une nouvelle lentille aplanétique. — M. L. Linsbauer décrit deux appareils qu'il a construits pour déterminer l'intensité lumineuse à diverses profondeurs dans l'eau. Le premier, qui sert pour les grandes profondeurs, est basé sur l'exposition, pendant un temps variable, d'une préparation photographique à une profondeur déterminée; il est déclenché par un courant électrique. Le second, pour les petites profondeurs, est analogue, mais il est déclenché par une corde. — M. K. Hopfgartner établit le titre des solutions de permanganate en dissolvant des poids connus d'argent dans des solutions acidifiées d'alun de fer; il se forme une quantité

de sel ferreux équivalente à celle d'argent, et celui-ci est titré par le permanganate, dont la teneur se trouve ainsi établie. — **M. L. Langstein** : Les hydrates de carbone de la globuline du sang (III). — **M. P.-Th. Muller** a étudié les modifications chimiques de la moelle osseuse au cours des processus d'immunisation. L'augmentation des albuminoïdes dans le sang chez les animaux infectés provient d'une plus grande production de ces derniers dans la moelle osseuse.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. H.-H. Schinz** communique ses recherches sur la flore du Zambèze inférieure. — **M. G. von Bukowski** a étudié les dépôts tertiaires de Davas en Asie mineure. D'après la faune fossile recueillie, ils paraissent appartenir à l'étage aquitainien.

Séance du 9 Février 1905.

SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Ed. Mazelle** a déterminé la dispersion de l'électricité atmosphérique à Trieste chaque jour depuis le 1^{er} mars 1902 jusqu'au 30 novembre 1903. La moyenne de la dispersion montre une période annuelle, double, aussi bien pour la dispersion positive que pour la négative; les maxima tombent en avril et en septembre, les minima en février et juin. La dispersion négative est plus forte que la positive; le quotient des valeurs mensuelles de ces deux dispersions passe par un maximum en août et par un minimum en février. Les deux dispersions augmentent avec la vitesse du vent; elles diminuent quand l'humidité relative augmente. — **M. R. Lichtenstern** a obtenu, par l'action du carbonate de potasse sur un mélange de formaldéhyde et d'isopropylacétaldéhyde, un aldol $(\text{CH}_3)_2\text{CH.C}(\text{Cl}^i\text{OH})^2.\text{CHO}$, dont l'oxine fond à 93°. Par réduction de l'aldol en solution alcoolique avec l'amalgame d'Al, on obtient un alcool trivalent $(\text{CH}_3)_2\text{CH.C}(\text{CH}^i\text{OH})^3$, Eb. 156-158° sous 15 millimètres.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Février 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. P.-H. Schoute** : *Les systèmes non linéaires de sphères en contact*. Configuration des centres de similitude de $n+1$ espaces sphériques $S_n(M_i, r_i)$ à centre M_i et rayon r_i , ($i=1, 2, \dots, n+1$), donnés arbitrairement en E_n . La construction des espaces sphériques $S_n(M, r)$ touchant $n+1$ espaces sphériques donnés $S_n(M_i, r_i)$. Réduction du cas général du problème de la recherche du système simplement infini des espaces sphériques $S_n(M, r)$ touchant n espaces sphériques donnés $S_n(M_i, r_i)$, ($i=1, 2, \dots, n$), au cas particulier où les centres des n espaces sphériques se trouvent dans un E_{n-2} . Les systèmes S_k et S_{n-k-1} d'espaces sphériques et d'infinités k^{me} et $n-k-1^{\text{me}}$ jouissant de la propriété que chaque espace sphérique de S_k touche chaque espace sphérique de S_{n-k-1} . — **M. J. de Vries** : *Sur un complexe tétraédral particulier* : Etude analytique du complexe tétraédral des normales du système :

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = k^2$$

d'ellipsoïdes homothétiques et concentriques, à l'aide de coordonnées de droite. — Ensuite **M. J. de Vries** présente encore : *Sur un groupe de complexes à cônes de complexes rationnels*. Cette communication est en rapport intime avec une étude antérieure (*Rev. génér. des Sc.*, t. XIV, p. 795). L'auteur s'imagine deux plans σ, τ , et dans le premier un faisceau (s) de rayons à sommet S , dans le second la série (t) des tangentes d'une courbe rationnelle τ_n de classe n ; il suppose une correspondance projective (ou homographique) entre les rayons s du faisceau (s) et les tangentes t de la série (t). Les transversales communes de rayons homologues s, t engendrent le complexe en question. Le cône de complexe de l'ordre $n+1$ et de la classe $2n$ admet une arête de multiplicité n . Le complexe admet un point principal de multiplicité n , le point S , et $n+1$

points principaux simples. La surface de complexe d'une droite est de l'ordre $4n$, etc.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. J. P. van der Stok** présente : 1° L'« Annuaire de l'Institut royal néerlandais de Météorologie », année 1903, A. Météorologie; B. Magnétisme terrestre; 2° Etudes des phénomènes de marée sur les côtes néerlandaises (résultats d'observations faites à bord des bateaux-phares néerlandais). — **M. A. F. Holleman** présente la thèse de **M. H. Vermeulen** : « Plaatsbepaling der isomere dinitroanisolen ». Etude sur la structure des dinitroanisols isomériques.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. M. W. Beyerinck** présente : *Une sarcine de fermentation anaérobie obligatoire*. Si l'on verse sur du terreau de jardin une solution de peptone sucrée, acidifiée avec de l'acide phosphorique au titre de 8 c. c. normal par 100 c. c. de liquide nutritif, et que l'on remplit de ce mélange un flacon tout à fait fermé, afin que l'air soit exclu, une forte fermentation se développe à une température de 35 à 40° C., après douze heures. Pour le sucre, on peut se servir de glucose, de maltose ou de saccharose, mais non pas de mannite ou de lactose. On trouve que cette fermentation est causée par une espèce de sarcine à larges cellules, mesurant de 3 à 4 μ . L'exclusion complète de l'air empêche le développement du ferment alcoolique, et le haut titre d'acide celui des ferments lactique et butyrique. En inoculant une goutte d'une fermentation en train de nouveau dans le même liquide nutritif privé d'air, la fermentation commence déjà après quelques heures, tandis qu'au fond du flacon se forme un dépôt épais, consistant tout à fait ou en majeure partie en sarcines, mais qui, sous certaines conditions, peut contenir aussi des ferments lactiques. Si l'acidité est assez haute, on réussit, après deux ou trois inoculations, à obtenir une culture pure de sarcines. Pour être sûr du succès des expériences de réinoculation, il faut qu'on éloigne l'air du liquide par ébullition et qu'on fasse l'inoculation avant que la fermentation commence à ralentir. Pourtant, après quelques inoculations, la faculté de fermenter semble décroître en tout cas, et la sarcine meurt. Bien que la sarcine soit une anaérobie obligatoire, qui ne croît pas du tout à la pression atmosphérique ordinaire, on peut la cultiver dans des conditions pseudo-aérobies, c'est-à-dire dans des flacons aérés, pourvu qu'on prenne une quantité abondante de terreau. Le terreau lui-même absorbe un tel volume d'oxygène que la sarcine qui, en réalité, est micro-aérophile, peut consumer le reste. L'acide phosphorique peut être remplacé par l'acide lactique et même par les acides chlorhydrique et nitrique; mais ceux-ci sont moins recommandables. La sarcine croissant très rapidement dans la profondeur de tubes remplis d'agar ou de moût, il est facile d'en obtenir des colonies parfaitement pures. Quand on transporte une colonie ainsi obtenue dans du moût non acidifié, la fermentation est déjà manifeste après une heure. Après vingt-quatre heures, la quantité de gaz produit par un volume de 50 c. c. de moût, à la concentration de 10 % d'extrait, est supérieure à 150 c. c.; il est composé de 75 % d'acide carbonique et de 25 % d'hydrogène. Dans cette expérience, l'acidité monte jusqu'à 6 c. c. normal pour 100 c. c., par un acide provenant de la sarcine elle-même. Beaucoup moins forte que dans du moût, la fermentation se déclare dans du bouillon à glucose ou dans de l'eau de levure à maltose, tandis que dans du bouillon à saccharose elle cesse déjà après quelques heures. Si les expériences se font avec des cultures pures, l'addition d'acide affaiblit non seulement la force végétative de la sarcine, mais encore sa fonction de ferment.

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Génie civil

Les turbines à gaz. — Après le succès obtenu par différents systèmes de turbines à vapeur dans bien des domaines qui, autrefois, étaient uniquement réservés à la machine à piston, il fallait s'attendre à l'apparition d'un nouveau type de moteur. On pouvait essayer, en effet, de combiner les avantages de la turbine, — simplicité de construction, dimensions réduites et facilité de surveillance, — avec celui d'une consommation réduite, caractéristique du moteur à gaz, autre rival de la machine à vapeur classique : en un mot, de construire une machine à gaz basée sur le principe même de la turbine à vapeur, c'est-à-dire une turbine à gaz. Construite sous des dimensions limitées, même pour des rendements considérables, une machine pareille serait d'un coût d'établissement peu élevé. Sa surveillance, grâce au petit nombre de parties rotatoires, serait très simple, et l'acquisition du terrain occupé par elle serait hautement facilitée par son faible encombrement.

Tels sont les principes que M. Riedler, professeur à l'École Polytechnique de Charlottenbourg, vient d'exposer à la dernière réunion annuelle de l'Association des Ingénieurs Allemands. Suivant l'opinion de ce savant, la turbine à gaz serait, en effet, le moteur de l'avenir, destiné à dépasser et la machine à vapeur et le moteur à gaz modernes. L'idée d'une turbine à gaz est, d'ailleurs, loin d'être neuve ; c'est M. Redtenbacher qui, dans son *Traité* sur la machine calorifique, appela dès 1853 l'attention sur le fait que ce type de machine serait l'idéal parmi les moteurs à air chauffé, bien que la nécessité de vitesses énormes le conduisit à penser que la réalisation pratique de son idée serait impossible. Or, nos méthodes de construction mécanique ont été grandement perfectionnées depuis lors ; en même temps, la construction des turbines à vapeur modernes a donné le moyen de réduire les vitesses à des limites convenables grâce à une division de la chute de pression.

Une turbine à gaz, imaginée par le Dr F. Stolze, de Berlin-Charlottenbourg, a été présentée en 1873 à l'Office Prussien des Brevets ; mais, en raison de circonstances toutes particulières, le brevet sollicité n'a

été délivré qu'en 1897. Cette turbine, que la *Gasturbinen-Gesellschaft Stolze* s'est chargée de construire, éveille en ce moment une certaine attention parmi les ingénieurs.

Un grand moteur, d'un rendement utile de 200 chevaux, est en cours de construction à Berlin ; voici la description succincte de cette machine :

Sur un axe commun sont montés deux systèmes de turbines de construction différente ; l'un de ces systèmes sert de compresseur d'air, tandis que l'autre imprime à l'axe un mouvement rotatoire sous l'action de l'air chauffé. L'un et l'autre consistent en plusieurs séries de palettes fixes attachées à l'enveloppe de la machine et de palettes mobiles, d'une construction analogue, montées sur un cône rotatoire tournant avec l'arbre de la turbine. Or, l'un de ces systèmes de palettes aspire de l'air frais pour le comprimer à une pression donnée, et le chasser à travers un réchauffeur chauffé par les gaz d'échappement ; la plus grande portion de cet air entre ensuite dans un compartiment recouvert d'une matière incombustible, alors que le reste est amené au-dessous de la grille d'un générateur où il gazéifie un combustible approprié. Le gaz ainsi formé pénètre dans le compartiment précité où, étant brûlé par l'air comprimé, il se transforme en acide carbonique et en vapeur, tout en développant une grande quantité de chaleur ; ces gaz entrent ensuite dans le second système de turbines, où ils fournissent du travail utile par leur expansion à travers les différents degrés. Ce processus est, on le voit, analogue au cycle caractéristique de toutes les machines à combustion interne, lequel, consiste en une aspiration d'air suivie de la compression du mélange, de sa combustion, de l'expansion et de l'échappement des gaz. Il est vrai que, dans la plupart des moteurs à explosion construits actuellement, le mélange a lieu avant la compression, et la combustion se produit sous des pressions croissantes. Le cycle de la turbine à gaz ressemble surtout à celui du moteur Diesel.

Le rendement de la turbine peut, sans doute, être porté au delà de celui de tous les types de moteurs existants. Le cycle de Carnot y est, par exemple, réalisé d'une façon plus approchée que dans n'importe quel autre type de moteur.

Il va sans dire qu'au lieu de gaz de générateur, toute autre espèce de gaz peut être employée, aussi bien que l'air carburé ou les vapeurs de benzine, d'alcool ou de pétrole. Relevons, en passant, la grande importance pratique qu'aurait cette machine pour la construction des automobiles, où l'on ne possédait jusqu'ici aucun autre moteur à marche continue que les électromoteurs à accumulateurs, qui présentent tant d'inconvénients.

A. Gradenwitz.

§ 2. — Physique

La phosphorescence des sulfures alcalino-terreux. — On sait, depuis les travaux de Becquerel, que la couleur de phosphorescence d'un sulfure varie avec son origine, et, pour une même préparation, change souvent avec le temps et la température. Le magistral Mémoire que MM. Lenard et Klatt viennent de consacrer à cette question¹, et qui clôture une longue série de recherches², donne l'explication de l'extraordinaire complication du phénomène.

La phosphorescence appartient seulement aux préparations qui contiennent, à côté du sulfure alcalino-terreux, des traces de certains métaux *actifs* (cuivre, plomb, argent, zinc, manganèse, nickel, bismuth, antimoine) et une substance étrangère ou *fondant* (telle que le sulfate de sodium, le fluorure de calcium, etc.), dont le rôle est vraisemblablement de dissoudre le sulfure et le métal actif de manière à permettre l'union intime, dans un même groupement, des atomes du métal alcalino-terreux, du métal actif et du soufre, éléments essentiels du phénomène. En effet, un sulfure pur, ou simplement additionné de métal actif, n'a qu'une phosphorescence très fugace, très faible, sans couleur définissable, et attribuable à l'existence accidentelle et inévitable de traces infimes de métal dans le premier cas, de fondant dans le second, car l'addition du fondant au sulfure pur exalte la phosphorescence dans d'énormes proportions, et lui donne un caractère nettement défini, le caractère correspondant à l'un des métaux actifs. L'étude méthodique d'un nombre considérable de *phosphores purs*, c'est-à-dire de préparations contenant un seul sulfure et un seul métal actif à côté de fondants variés, a donné les résultats suivants :

L'émission phosphorescente se compose toujours de bandes séparées, dont chacune a une position fixe dans le spectre. Chacune de ces bandes a une individualité propre, et une indépendance absolue vis-à-vis des autres, à tous les points de vue. Elle caractérise un métal donné dans un sulfure donné; elle est évoquée par des radiations de longueur d'onde déterminée et toujours plus courte; pour chacune d'elles, il y a des fondants qui augmentent, d'une manière tout à fait indépendante, son intensité et sa durée. On conçoit dès lors que la combinaison, dans les préparations mal définies des premiers observateurs, d'influences diverses et inconnues ait été la pierre d'achoppement qui rendait impossible toute explication tant que l'on considérait la préparation comme un tout.

Au point de vue de l'action de la température, chaque bande offre trois états distincts. Entre -180° et une température t_1 , variable d'un phosphore à un autre et d'une bande à une autre pour chaque phosphore, mais définie dans tous les cas, il y a simultanément, pendant l'excitation, phosphorescence à amortissement extrêmement rapide et mise en réserve de l'énergie d'excitation; cette énergie peut rester latente pendant un temps extrêmement long, et n'est dissipée dans la suite que si l'on dépasse la température t_1 (état momentané inférieur ou état froid). Un phosphore dont les bandes seront dans cet état à la température ordinaire aura donc une lueur fugitive,

et l'on pourra, longtemps après qu'il a cessé de luire, ramener la phosphorescence en élevant sa température. Entre t_1 et t_2 , il y a encore mise en réserve (croissant asymptotiquement avec l'intensité et la durée de l'illumination) de l'énergie d'excitation; mais il y a en même temps dépense, sous forme lumineuse, d'une partie de cette énergie; la bande arrive graduellement à son intensité maxima, qu'elle conserve plus ou moins longtemps quand l'excitation a cessé, puis s'efface graduellement (état durable). Au-dessus de t_2 , il n'y a plus d'accumulation d'énergie: la bande apparaît et disparaît très vite (état momentané supérieur, ou état chaud); enfin, au delà d'une température t_3 , la phosphorescence n'est plus excitable par la lumière. Les différentes bandes d'un même métal sont à ce point indépendantes que jamais l'énergie due aux radiations qui évoquent une certaine bande n'est dissipée par le rayonnement d'une autre.

En rapprochant ces faits de l'existence des séries spectrales des métaux, dont chacune correspond à un état vibratoire déterminé de l'atome³, on est conduit à attribuer la même cause à chaque bande de phosphorescence. Les groupements actifs doivent posséder à la fois, parmi leurs périodes vibratoires possibles, celles des radiations excitatrices, et celles des radiations émises; c'est sous des influences étrangères, vraisemblablement d'ordre chimique, que l'atome métallique choisit les périodes qu'il adopte pendant la phosphorescence. L'action de la lumière est probablement une action photo-électrique, car les radiations excitatrices appartiennent toujours à l'ultra-violet ou à la partie la plus réfrangible du spectre, et les sulfures des seuls métaux reconnus comme actifs sont sensibles à une action de ce genre. La phosphorescence serait due au retour à leurs trajectoires originelles, suivant un mouvement oscillatoire, des charges électriques négatives arrachées aux atomes pendant l'excitation.

Le Mémoire de MM. Lenard et Klatt est accompagné d'un très grand nombre de tableaux et de graphiques auxquels devront se reporter tous les physiciens qui s'occuperont désormais de la question. Les auteurs signalent, enfin, l'extrême sensibilité de la phosphorescence comme moyen de constater la présence de traces des métaux actifs; les masses de ces métaux qui rendent phosphorescents les sulfures alcalino-terreux sont, en effet, de l'ordre du cent-millième. Les expériences ont montré que le cuivre est extrêmement répandu dans le règne minéral, fait à rapprocher de la diffusion, révélée par le spectroscope, du sodium à la surface de la Terre.

§ 3. — Electricité industrielle

Le régime futur de l'électricité à Paris. —

On sait que les concessions des Secteurs qui distribuent actuellement l'énergie électrique dans Paris viendront à expiration d'avril 1907 à décembre 1908, et l'on se préoccupe, depuis quelque temps déjà, de la grosse question du régime qui succèdera au régime actuel. En juin dernier, la Ville de Paris demandait, sur ce sujet, l'avis de plusieurs ingénieurs et constructeurs étrangers. Puis le Préfet de la Seine instituait, le 6 août, une Commission chargée d'étudier la question, qui consulta les constructeurs français et demanda au Service d'éclairage de la Ville de lui présenter une étude pouvant servir de base à ses discussions.

Cette Commission a déposé récemment son Rapport, rédigé par M. Picou, et dont l'une des annexes est formée par l'étude de M. Lauriol, ingénieur en chef des Services généraux d'Eclairage de la Ville. Ces importants documents viennent d'être publiés en partie *in extenso*, en partie résumés, dans *La Revue électrique*²; ils sont

¹ M. Lenard a montré que l'arc est formé de flammes emboîtées les unes dans les autres, et dont chacune n'émet que les raies d'une seule série spectrale (*Ann. d. Physik*, t. XI, p. 636, 1903).

² *La Revue électrique*, t. III, n° 29, p. 129 et suiv.

¹ *Ann. d. Physik*, t. XV, p. 225-282; 425-484; 633-672, 1904.
² *Wied. Ann.*, t. XXXVIII, p. 90, 1889, et *Ann. d. Physik*, t. XII, p. 439, 1903.

précédés d'une Introduction, due à l'éminent directeur de ce journal, M. J. Blondin, dont nos lecteurs nous sauront gré de leur mettre quelques passages sous les yeux :

« En ce qui concerne la nature et la tension des courants primaires, presque tous les projets sont d'accord pour préconiser les courants triphasés à 8.000 ou 12.000 volts. On constate le même accord en ce qui concerne la nature et la puissance des moteurs primaires : turbines à vapeur de 10.000 chevaux environ. Il n'y a divergence que pour le nombre et l'emplacement des usines : M. Lauriol préfère une seule usine, dont l'alimentation en charbon serait assurée par les chemins de fer du Nord et le canal Saint-Denis (lequel fournirait également les pertes d'eau de condensation) ; les autres projets prévoient au moins deux usines, pour des raisons de sécurité, et les placent sur les bords de la Seine pour avoir l'eau en abondance, bien que cette situation puisse avoir l'inconvénient d'augmenter le prix du transport du charbon, celui-ci venant, pour la majeure partie, des mines du Nord et devant, par suite, subir les frais (1 franc environ par tonne) résultant d'un changement de compagnie pour parvenir sur la rive gauche de la Seine.

« Où la divergence s'accroît, c'est sur le choix du système de distribution. La distribution par courants triphasés avec quatre conducteurs, dont un neutre, et à 110 volts entre ce dernier et l'un des autres, paraît cependant rallier la majorité des avis. C'est, en effet, le plus économique comme installation et comme exploitation ; mais le réglage de la tension chez les abonnés est assez délicat, et c'est la raison principale qui le fait rejeter par la Commission technique pour l'alimentation de la partie centrale de Paris. On lui reproche encore de ne pas être aussi apte que les systèmes à courant continu à l'éclairage. Mais, bien que nous ne voulions prendre position dans une question qui a été examinée par d'éminents techniciens, il nous semble que ce défaut, fondé aujourd'hui, peut devenir demain une qualité. Les nouvelles lampes à incandescence économiques demandent, en effet, une tension tantôt supérieure, tantôt inférieure aux 110 volts que l'on propose pour la distribution par courant continu : pour les lampes Nernst, il faudrait 200 volts ; pour les lampes à filament métallique (osmium, tantale, zircone), 30 à 50 volts conviendraient mieux. Une distribution triphasée à 200 volts entre conducteurs extérieurs permettrait donc d'alimenter directement les premières et les facilités de transformation qu'offrent les courants alternatifs, en général, permettraient peut-être d'alimenter économiquement les secondes par transformateurs, malgré les pertes dues à la transformation. D'un autre côté, les progrès récents des lampes à arc à flamme et des lampes à courants triphasés peuvent aussi amener l'éclairage par arc alternatif à avoir un aussi bon rendement que l'éclairage par arc continu.

« Quoi qu'il en soit, il paraît admis en principe que la distribution, dans la région centrale, doit se faire par courant continu, 3 fils, 110 volts sur chaque pont.

« Une autre question, examinée dans plusieurs projets, et qui intéresse le consommateur plus encore que le producteur, est le prix de vente. L'*Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft*, escomptant l'utilisation de l'énergie électrique par les gros industriels et les compagnies de traction, considère comme très rémunérateur un prix de vente maximum de 0 fr. 20 le kilowatt-heure.

« La *Compagnie de Creil*, reprenant les propositions faites par M. Coizeau, prévoit 0 fr. 50 pour l'éclairage et les usages domestiques, 0 fr. 25 pour la force motrice et 0 fr. 35 pour l'éclairage public, avec des rabais dépendant des bénéfices nets du concessionnaire. M. Lauriol propose une tarification dépendant de l'heure à laquelle l'abonné utilise l'énergie : 0 fr. 23 le kilowatt-heure aux heures de faible consommation, 0 fr. 70 aux heures de forte charge. La Commission technique propose un tarif basé sur la durée d'utilisa-

tion, et arrive au prix de 0 fr. 532 le kilowatt-heure pour une durée d'utilisation de quatre cents heures et descendant à 0 fr. 165 pour mille heures ; ces chiffres devraient, d'ailleurs, être majorés du bénéfice de l'exploitant et de la quote-part des redevances de la Ville.

« Au sujet de ces tarifs, nous nous bornerons à faire remarquer que les chiffres prévus par M. Lauriol et par la Commission technique (en y ajoutant la majoration signalée) conduisent, pour les gros consommateurs de force motrice, qui arriveront à payer le prix minimum, et pour les petits consommateurs, qui généralement paieront le tarif maximum, quel que soit celui des deux modes de tarification adopté, à des prix de vente plus élevés que ceux appliqués à Berlin, où le kilowatt-heure est vendu 0 fr. 20 pour la force motrice et 0 fr. 50 pour l'éclairage. »

§ 4. — Chimie biologique

Origine du fibrinogène. — Le sang circulant contient en dissolution une substance albuminoïde, le fibrinogène, capable de fournir, sous l'influence d'une diastase issue des leucocytes en dehors de l'organisme, la fibrine, substance fondamentale du caillot sanguin.

D'où provient ce fibrinogène ? Dans quel tissu, dans quelles conditions, sous quelles influences prend-il naissance ? Ces questions ne sont pas encore résolues, et l'on ne saurait énoncer à ce sujet que de gratuites hypothèses. Mais, sans prétendre avoir résolu le problème, MM. Doyon, Petitjean, Morel et Kareff viennent de nous fournir de très intéressants documents, dont il conviendra de tenir compte dans l'établissement de la solution définitive. Ils démontrent que l'intégrité anatomique du foie est une condition nécessaire de la présence du fibrinogène dans le plasma sanguin et conséquemment de la coagulabilité du sang.

Leur démonstration repose sur deux ordres de faits : 1° la constitution du sang à la suite d'injections de sérum hépatotoxique ; 2° la constitution du sang dans l'intoxication sub-aiguë par le phosphore.

Pour obtenir un sérum hépatotoxique, MM. Doyon et Petitjean injectent, à trois reprises espacées de trois à quatre semaines, dans la cavité péritonéale d'un canard, de la pulpe de foie de chien finement broyé, mélangée d'eau salée physiologique. Environ deux semaines après la troisième injection, le canard est saigné, et le sérum issu du caillot sanguin est aseptiquement recueilli. De ce sérum, MM. Doyon et Petitjean injectent 40 c.c. en une seule fois dans la cavité péritonéale d'un petit chien de quatre kilogs environ. Le chien, après une période de bonne santé apparente, devient abattu, affaibli, et refuse de manger. On pratique alors (quatre semaines environ, après l'injection du sérum de canard) une saignée carotidienne. Le sang reste absolument liquide pendant un quart d'heure et ne fournit ensuite qu'un très fin caillot, se désagréant sous l'action d'une minime agitation. Une seconde saignée, pratiquée une demi-heure après la première, fournit un plasma fluoré dans lequel on dose le fibrinogène : 100 c.c. de plasma contiennent 0 gr. 08 de fibrinogène, quantité inférieure à la normale. A l'autopsie, on constate une altération macroscopique et microscopique du foie.

On sait qu'en faisant ingérer à un chien de l'huile phosphorée (huile dans laquelle on a fait dissoudre du phosphore à raison de 1 %, par exemple) en petite quantité (1 à 2 c.c., par exemple, par jour pour un chien de six kilogs), on détermine la production d'une dégénérescence graisseuse du foie, conduisant en quelques jours à la mort. En examinant le sang de chiens soumis à cette intoxication, MM. Doyon, Morel et Kareff ont constaté que, dans les périodes pré-mortelles, le sang extrait des vaisseaux est incoagulable ou ne coagule que lentement ou imparfaitement, et que la quantité de fibrinogène y est très réduite : elle

tombe, par exemple, à 0,07 ou 0,08 %. Cette diminution du fibrinogène est en rapport avec l'altération profonde du tissu hépatique, et non avec l'intoxication phosphorée directement; car, chez le coq, qui, à la suite d'intoxication phosphorée, meurt sans altération hépatique, la coagulabilité du sang et sa teneur en fibrinogène ne sont pas modifiées.

Ces faits ne suffisent pas, sans doute, pour résoudre la question de l'origine du fibrinogène; ils ne permettent pas surtout d'attribuer au fibrinogène une origine hépatique; mais ils sont importants parce qu'ils nous fournissent une donnée expérimentale sur une question pour laquelle on était jusqu'à ce jour en pleine hypothèse.

§ 5. — Physiologie

Un nouveau procédé pour produire l'anesthésie du corps humain. — Les procédés usuels préconisés pour la production de l'anesthésie et de l'analgésie générales présentent de nombreux inconvénients, et compromettent souvent la vie même des malades. On sait, d'ailleurs, que l'état de santé de certains individus ne permet l'application d'aucun anesthésique général, à cause des effets désastreux que celui-ci pourrait exercer sur le cœur. Aussi l'on commence, depuis quelques années, à appliquer l'*anesthésie locale* dans tous les cas qui s'y prêtent et à limiter l'analgésie à la partie directement intéressée du corps. Les substances qu'on emploie à cet effet en injection sous-cutanée sont cependant, en général, loin d'être anodines et leur action est, en tout cas, sujette à des incertitudes.

Au Congrès annuel de la Société Odontologique Suisse, tenu l'année dernière à Lausanne, M. C. Redard, professeur à la Faculté de Médecine de Genève, a appelé l'attention sur un procédé tout nouveau qu'il vient d'imaginer pour la production de l'analgésie et de l'anesthésie générales, procédé basé sur l'*effet des rayons bleus*.

C'est un fait connu depuis longtemps que chacune des couleurs fondamentales exerce un effet psychique propre et caractéristique. Voici comment le médecin genevois, d'accord, du reste, avec de nombreux psychologues, énonce les résultats des recherches qu'il a faites à ce sujet: le rouge produit un état d'excitation et d'énerverment désagréable, le jaune donne lieu à la mélancolie et à la tristesse, alors que le bleu est d'un effet nettement calmant et produit un sentiment de bien-être. Les couleurs complémentaires exercent des effets essentiellement identiques.

Or, en continuant ses investigations, M. Redard vient de découvrir que le bleu non seulement agit comme sédatif, mais exerce un effet analgésique très marqué, à tel point que des opérations chirurgicales de courte durée, telles que, par exemple, les opérations dentaires, peuvent parfaitement se faire dans le rayon d'action de ce nouvel anesthésique.

Pour employer le procédé, point n'est besoin d'un dispositif dispendieux; une lampe à incandescence électrique de 16 bougies, un réflecteur nickelé et un voile bleu sont, en effet, tout ce qui est nécessaire. La lampe, munie d'une ampoule en verre bleu, est disposée à une distance d'environ 15 centimètres des yeux (qui doivent se trouver au foyer des rayons), tandis que la tête du malade et la lampe elle-même sont recouvertes d'un voile en satinette bleue, écartant la lumière diffuse du jour.

Il importe surtout de rassurer le malade, de lui rappeler qu'il ne sentira aucune douleur, pourvu qu'il fixe les yeux sur la lumière bleue. Les rares insuccès rencontrés dans l'application de cette méthode semblent être dus au fait que les malades, au lieu de fixer l'ampoule avec les yeux grands ouverts, fermaient ces derniers. L'anesthésie s'établit au bout de deux à trois minutes, ce qu'on constate à une dilatation de la pupille; c'est alors qu'il convient de procéder à l'opé-

ration. Celle-ci étant terminée, le malade s'éveille aussitôt et déclare n'avoir rien senti.

Quant à savoir comment se produit ce remarquable phénomène, les hypothèses les plus variées se présentent à l'idée. On pourrait croire qu'il est dû à quelque effet hypnotique; mais, comme les rayons rouges et jaunes produisent des effets nettement négatifs, cette hypothèse ne paraît guère admissible. Ce qui est incontestable, et M. Redard vient de l'affirmer de nouveau dans une toute récente conférence devant l'Institut national genevois, c'est que le cerveau se trouve influencé par l'intermédiaire du nerf optique. Mais le mécanisme de cette influence est loin d'être éclairci.

Faisons remarquer que d'autres médecins ont expérimenté ce même procédé avec autant de succès.

§ 6. — Sciences médicales

Le puérilisme. — Sous ce nom, M. Ernest Dupré a désigné un état mental qui, semblant indiquer une sorte de régression de la mentalité vers l'enfance, se caractérise par une modification singulière des sentiments, des goûts, des tendances, des appétits, du langage, des gestes, modification telle que le sujet semble redevenir un petit enfant. Cet état mental peut s'observer au cours des affections organiques de l'encéphale, dans certaines intoxications, dans l'hystérie. Il a été entrevu par les anciens auteurs; mais ceux-ci ne paraissent pas en avoir apprécié toute l'importance sémiologique. M. E. Dupré s'est attaché à analyser les caractères de cet état psychopathique¹.

Le puérilisme peut être une manifestation transitoire suscitée par une cause aiguë ou subaiguë (choc moral, intoxication, surmenage); d'autres fois, il s'agit d'un état permanent à évolution lente progressive: le puérilisme mental s'observe souvent dans les démences organiques.

Exemple: une femme de quatre-vingts ans du Service du Professeur Brissaud, à l'Hôtel-Dieu, démente sénile, gâteuse, paralysée du côté gauche, présenta brusquement le syndrome du puérilisme mental. Elle s'est mise à affecter les manières, le ton et le langage d'une petite fille, demanda des poupées et se comporta, pendant plusieurs mois, comme un enfant, adoptant l'intonation et la mimique d'une fillette. Il s'agit là de *puérilisme sénile*, régression de la personnalité psychique au stade de l'enfance. Ce n'est pas à proprement parler le « retour à l'enfance » des vieillards, proclamé par la langue populaire. Le vieillard en enfance rappelle l'enfant par son humeur capricieuse, son égoïsme, son incapacité de se conduire seul, en somme par la pénurie de ses facultés psychiques et physiques. Dans le puérilisme mental, c'est le fonds même de la personnalité qui est modifié.

On ne connaît pas sa pathogénie; mais on peut imaginer qu'il est favorisé par la loi de l'involution sénile de la mémoire: disparition des souvenirs récemment acquis, et, par contre, résurrection très vivace des souvenirs de la vie infantine, entraînant des réactions appropriées à la première étape de l'existence.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Le caoutchouc dans l'Afrique occidentale française. — Le Gouvernement général de l'Afrique française vient de prendre une mesure ayant pour but d'amener les indigènes à améliorer la qualité du caoutchouc qu'ils préparent, de telle sorte que cette qualité se rapproche de celle dite « para », qui est la mieux cotée sur le marché. On sait que déjà la Guinée française, en faisant refuser par ses douanes tout caoutchouc impur, est parvenue à faire coter ce produit, quand il

¹ Congrès de Bruxelles, 1903; Congrès de Pau, 1904; *Non-ville Iconographie de la Salpêtrière*, 1901-1905; thèse de Souillard, 1904.

porte la marque de sortie de Conakry, 10.000 francs la tonne.

L'arrêté pris par le Gouvernement général est rédigé en ces termes :

La circulation du caoutchouc adultéré par l'introduction de matières étrangères est interdite dans toute l'étendue de l'Afrique occidentale française. La circulation des caoutchoucs préparés avec des liquides fermentescibles d'origine animale sera interdite à partir du 1^{er} janvier 1907.

Il est interdit aux personnes se livrant à la récolte du caoutchouc de pratiquer des incisions sur les arbres et plantes à caoutchouc à moins d'un mètre de l'issue du sol, de pratiquer des incisions annulaires, de pratiquer des incisions distantes de moins de 15 centimètres les unes des autres et d'une profondeur telle qu'elles entament l'aubier.

Des arrêtés des lieutenants-gouverneurs pourront interdire la saignée des essences à caoutchouc pendant les mois de l'année où se fait plus particulièrement la montée de la sève.

Des arrêtés du Gouverneur général, pris sur la proposition des lieutenants-gouverneurs, après avis du Conseil d'administration, pourront fermer à l'exploitation les régions ou parties de régions où cette mesure de préservation s'imposerait par suite de l'appauvrissement des essences.

Dans les régions à caoutchouc, des peuplements pourront être constitués par décisions des lieutenants-gouverneurs autour des villages, par leurs soins et à leur profit. Ces peuplements devront être voisins du village; ils seront la propriété collective des habitants du village, qui auront la charge de leur entretien.

Il sera institué, dans les centres à caoutchouc, des écoles professionnelles pratiquées du type de celle de Bobo-Dioulasso, où seront enseignés les meilleurs procédés de récolte et de coagulation du caoutchouc. Ces écoles seront organisées de façon que le plus grand nombre d'indigènes puissent y passer dans le cours d'une même année.

§ 8. — Enseignement et Sociétés

L'Institut géographique de Bruxelles. — La Géographie est certainement une des connaissances qui se sont le plus profondément renouvelées au cours des dernières années. Sous l'influence de maîtres tels que MM. Ratzel, en Allemagne, Suess, en Autriche, Elisée Reclus, Vidal de la Blache, de Lapparent, en France, l'enseignement de la Géographie est devenu vraiment scientifique. La preuve en est dans la création — auprès de presque toutes nos Universités — de ces Instituts géographiques, véritables musées et laboratoires en même temps, grâce auxquels la branche à enseigner acquiert enfin la personnalité qui lui est nécessaire. Il est permis d'espérer que l'expérience faite en ce moment au Lycée Condorcet ne tardera pas à être généralisée : M. Paul Privat-Deschanel vient d'y être chargé de l'enseignement séparé de la Géographie.

L'Institut géographique de l'Université nouvelle de Bruxelles a été fondé en 1897; Elisée Reclus, qui en fut l'organisateur, n'a pas cessé de le diriger, et cela suffirait déjà pour faire ressortir la valeur de cette intéressante création. L'Institut s'efforce de grouper dans l'Université nouvelle et en dehors, parmi toutes les personnes de bonne volonté, des étudiants et des étudiantes qui s'intéressent à la Géographie, ainsi qu'aux branches connexes, les pratiquent et en propagent l'enseignement. C'est, en effet, un des caractères essentiels de l'Institut, œuvre de recherches et de vulgarisation à la fois, d'être largement ouvert à tous, afin de diffuser dans la plus grande mesure les connaissances géographiques. Le travail y est aussi solide que désintéressé; aucun diplôme officiel n'est décerné et la fréquentation est absolument libre, sans frais d'aucune sorte. C'est un des principaux soucis de l'Institut de se tenir au courant de la littérature géographique contem-

poraine. La Bibliothèque, cataloguée avec soin, comprend 9.300 livres, brochures et tirages à part; la mapothèque possède plus de 7.000 cartes en une ou plusieurs feuilles, sans compter celles que renferment les recueils de la Bibliothèque. La collection des gravures, dessins et photographies contient près de 45.000 pièces classées, de sorte que l'ensemble des documents de l'Institut comprend plus de 32.000 numéros. Des Mémoires originaux sont publiés en proportion des ressources; ils sont actuellement au nombre de 10, et plusieurs autres sont en préparation¹. L'Institut a donné une large place à la cartographie; bon nombre de cartes et diagrammes, livrés à la publicité, y ont été dressés par ses collaborateurs.

Au moment où la Géographie commence à jouir en France de la faveur à laquelle elle a droit, il nous a paru intéressant de signaler la création originale de l'Université nouvelle de Bruxelles, en rendant hommage au Maître éminent qui en est l'âme et qui en fut l'inspirateur.

P. Clerget,

Professeur à l'École de Commerce du Locle (Suisse).

Institut de France. Les subventions du legs Debrousse. — L'Institut de France, toutes les Académies assemblées, a consacré sa séance trimestrielle de mars au rapport de la Commission du legs Debrousse. Cette fondation annuelle, qui s'élève à la somme de 30.000 francs, a été faite « dans l'intérêt des lettres, des sciences et des arts ».

Sur le Rapport de M. Poincaré, l'Institut a accordé les subventions suivantes :

Publication des *Tables de la Lune* : 5.000 francs; *Journal des Savants* : 5.000 francs; catalogue des œuvres de Leibnitz : 3.000 francs; étude des Tuniciers à Naples : 3.000 francs; travaux d'installation de la bibliothèque de Chantilly : 7.000 francs; installation d'un appareil sismographique à l'Observatoire de Paris : 3.000 francs.

Un reliquat de 4.000 francs est réservé pour l'année prochaine.

§ 9. — Sciences diverses

Sur la Représentation proportionnelle. — Dans un récent article², M. Meyer a consacré quelques lignes à une étude que j'ai publiée il y a environ deux ans et qui a été annexée à la proposition de loi de la *Ligue pour la Représentation proportionnelle*. Cette étude est, à vrai dire, une analyse de la méthode d'Hondt et non une démonstration mathématique. Il me paraît, d'ailleurs, excessif de considérer cette question comme du domaine exclusif des Mathématiques, car, comme je l'ai dit dans ma Note précitée, le point de départ de toute méthode me paraît échapper à l'Analyse mathématique : je veux parler de la conception que chacun se fait du meilleur système; c'est là un élément tout à fait subjectif, qui n'a rien à faire avec l'Arithmétique.

Toute la difficulté réside donc dans la position du problème. En cela, je crois m'être placé à un point de vue tout à fait rationnel, bien qu'il soit contesté par M. Meyer, qui interprète, d'ailleurs, mon texte d'une

¹ Voici la liste des Mémoires publiés à ce jour :

SÉMIRADZKI : La Nouvelle Pologne, épuisé. — VAUGHAN CORNISH : Formation des dunes de sable, 37 p., 1900. — HENRY BEXST : Fleuves sous-marins, 31 p., 1900. — VALÈRE MAES : Projection sphérique comparée aux autres projections, 13 p., 1901. — G. MARINELLI : L'accroissement du delta du Pô au XIX^e siècle, 36 p., 1901. — ELISÉE RECLUS : L'enseignement de la Géographie, 42 p., 2^e éd., 1902. — G. GUYON : Un nouveau planétaire, 13 p., 1902. — R. H. COORINGTON : La Magie chez les Insulaires Mélanésiens, 31 p., 1903. — P. KROPOTKINE : Orographie de la Sibirie, 119 p., 1904. — E. SACRÉ : L'Espéranto, 15 p., 1905.

² A. MEYER : La théorie des élections et la représentation proportionnelle. *Revue gén. des Sc.*, des 15 et 23 février 1905, t. XVI, p. 111 et 158.

façon inexacte. Je dis en propres termes : « Ce qui caractérise l'avantage dont jouit une liste, ce n'est pas le nombre absolu des sièges qu'on lui attribue, mais le rapport de ce nombre au nombre des électeurs de cette liste ».

C'est la définition même de la représentation proportionnelle. Il s'agit, en effet, de représenter les partis proportionnellement à leur importance numérique.

Si un parti comptant A électeurs dispose de a sièges, le rapport $\frac{a}{A}$ représente, si j'ose ainsi parler, la fraction de député dont jouit chaque électeur, et ce rapport mesure rigoureusement l'influence parlementaire de chaque électeur de la liste considérée. La représentation serait rigoureusement proportionnelle si le rapport $\frac{a}{A}$ avait la même valeur pour toutes les listes en présence.

Soit, par exemple, une circonscription de N électeurs, ayant à nommer n députés. En toute rigueur, le coefficient d'influence de chaque électeur serait $\frac{n}{N}$. Supposons que quatre listes soient en présence et obtiennent respectivement A, B, C, D voix, pour a, b, c, d sièges.

On devrait avoir :

$$\frac{a}{A} = \frac{b}{B} = \frac{c}{C} = \frac{d}{D} = \frac{n}{N}.$$

Mais, dans la pratique, ces égalités ne peuvent être vérifiées et, parmi les quatre premières fractions, certaines sont inférieures à $\frac{n}{N}$ et les autres sont supérieures à $\frac{n}{N}$.

Ce sont ces écarts qu'il importe d'envisager : ce sont, d'ailleurs, ceux que j'ai considérés dans ma Note, et non pas, comme paraît le croire M. Meyer, des écarts, fictifs d'ailleurs, sur le nombre de suffrages.

Quoi qu'il en soit, il demeure bien évident que, pour comparer les avantages attribués à certaines listes, il est nécessaire de comparer les fractions :

$$\frac{a}{A}, \frac{b}{B}, \frac{c}{C}, \frac{d}{D}.$$

Quant aux conditions qu'on impose à la meilleure répartition, elles sont, je le répète, quelque peu conventionnelles, et le raisonnement mathématique ne peut intervenir ici.

J'ai montré que la méthode d'Hondt est celle qui réduit au minimum les avantages dont bénéficient certains partis, c'est-à-dire celle pour laquelle les erreurs par excès sur les nombres :

$$\frac{a}{A}, \frac{b}{B}, \frac{c}{C}, \frac{d}{D}$$

sont minima. (Ce point est mis en lumière avec la plus grande netteté par la méthode graphique de M. Hagenbach-Bischoff.) J'ai en soin d'ajouter que, si ce principe est assez rationnel pour être accepté, il n'a rien d'absolu; on pourrait tout aussi bien admettre que le meilleur système est celui qui réduit à leur minimum les erreurs par défaut, en d'autres termes, celui pour lequel les préjudices causés aux listes les moins favorisées soient aussi faibles que possible.

On pourrait aussi rechercher une répartition dans laquelle les valeurs absolues des écarts soient minima. On peut, comme on le voit, se poser le problème de plusieurs manières; mais le résultat obtenu par la méthode d'Hondt peut être regardé comme satisfaisant. D'autre part, cette méthode est d'une application extrêmement simple et on peut raisonnablement s'en contenter.

M. Meyer n'admet pas le principe que j'ai énoncé

ci-dessus et déclare que la représentation proportionnelle a pour but de donner à chaque parti, à moins d'une unité près, le nombre de sièges qui lui revient. M. Meyer commet une confusion qui n'échappera pas à quiconque est quelque peu familiarisé avec la nuance qui sépare les erreurs absolues des erreurs relatives; l'erreur de M. Meyer vient de ce qu'il considère comme équivalents des partis qui ne le sont pas. Les différents partis ne forment pas des groupes identiques, et l'on doit considérer beaucoup plus les unités qui les composent et qui, elles, sont équivalentes.

C'est pourquoi j'ai affirmé qu'une méthode ne repose sur aucune base rationnelle si elle n'est pas fondée sur la considération du rapport que j'ai désigné sous le nom de coefficient d'influence d'un électeur.

Partant de ce point de vue, on n'adopte pas nécessairement la méthode d'Hondt, mais on n'est certainement pas conduit au système suisse.

On reproche à la méthode d'Hondt de ne pas fournir une proportionnalité parfaite; cela n'est contesté par personne et aucun système ne saurait échapper à cette objection; cet inconvénient tient à la nature même du problème. L'objection qui paraît avoir le plus de poids aux yeux des partisans du système suisse est que la méthode d'Hondt conduit à avantager de plus d'un siège certains partis, alors qu'un avantage d'une fraction de siège suffirait pour leur assurer une représentation supérieure à la moyenne de leur circonscription. *A priori* cet argument n'est pas dépourvu de valeur si l'on considère indistinctement les différents partis sans tenir compte de leur importance numérique. Toutefois, on conçoit sans peine qu'entre deux avantages, l'un de un siège et demi accordé à 50.000 électeurs, et l'autre de un demi-siège accordé à 10.000 électeurs, le premier constitue la faveur la plus faible. D'après le système suisse, deux partis de 25.000 électeurs chacun pourraient bénéficier séparément de trois quarts de siège; mais, réunis, ils ne pourraient bénéficier que d'une fraction inférieure à l'unité, de sorte que ces deux partis réunis seraient moins bien représentés que s'ils étaient séparés*. Il est facile de construire des exemples où cette éventualité se présente. On voit donc que l'objection précédente tombe d'elle-même. Si, pourtant, on admettait que chaque liste ne pourra jamais être avantagée de plus d'un siège, ce n'est pas encore à la méthode des plus grands restes qu'il faudrait recourir, car cette méthode repose, comme je l'ai déjà dit, sur la substitution des erreurs absolues aux erreurs relatives.

Une plus longue dissertation sur ce point serait sans objet.

Je n'ai, du reste, pas l'intention d'exposer en détail la théorie de la Représentation proportionnelle; je voulais simplement rectifier celles des inexactitudes de M. Meyer qui me concernent, et montrer que, si la méthode d'Hondt n'est pas parfaite, elle est toutefois assez rationnelle pour être appliquée de préférence à la méthode suisse, à laquelle elle ne le cède en rien sous le rapport de la simplicité. **L. Rouyer.**

* Ce n'est pas forcément, ni même généralement le cas. Si deux partis de 25.000 électeurs, après avoir obtenu chacun, dans le système suisse, a sièges, présentent un excédent de voix correspondant à $3/4$ de siège, deux cas peuvent se présenter : 1° cet excédent est le plus fort de tous ceux des diverses listes en présence : chacun des deux partis reçoit donc 1 siège supplémentaire, et les deux obtiennent en tout $2a+2$ sièges; 2° cet excédent est inférieur à ceux des autres listes et les deux partis n'obtiennent en tout que $2a$ sièges.

Si les deux partis n'en forment qu'un seul, le parti fusionné obtient du premier coup $2(a+3/4) = 2a+1+1/2$ sièges. Deux cas se présentent encore : 1° Si l'excédent de $1/2$ est le plus fort excédent, le parti fusionné obtient $2a+2$ sièges, donc autant que lorsque les partis étaient séparés; 2° Si l'excédent de $1/2$ est inférieur à ceux des autres listes, le parti fusionné obtient $2a+1$ sièges; il peut donc perdre 1 siège sur le cas le plus favorable pour les partis séparés, mais il en gagne toujours 1 sur le cas le moins favorable où les partis séparés n'avaient que $2a$ sièges.

(NOTE DE LA RÉDACTION.)

LA CHAIRE D'HISTOIRE NATURELLE DES CORPS INORGANIQUES AU COLLÈGE DE FRANCE ¹

La fonction vitale que remplit le Collège de France, dans l'organisme de l'enseignement supérieur, n'a guère varié depuis sa fondation; il a été créé et il a vécu pour l'avancement des Sciences et des Lettres. Il laisse aux Universités la préparation des licences et des doctorats, au Museum les vastes collections et les sciences naturelles qui sont leurs tributaires, aux Ecoles d'application le soin de former des ingénieurs et des techniciens.

Son domaine propre est la culture des branches nouvelles de la science, de ces rameaux encore délicats, qui bientôt feront, eux aussi, partie de l'ensemble touffu et se grefferont sur le tronc majestueux des connaissances humaines. Aussi a-t-on affaire dans cette enceinte à un auditoire spécial, souvent peu nombreux, composé de professeurs et de penseurs; il n'en est pas qui soit plus digne d'efforts, de la part des maîtres qu'ils viennent écouter, et dont l'assentiment soit plus désirable.

Un de nos plus illustres administrateurs, Ernest Renan, cité par M. Abel Lefranc dans son *Histoire du Collège de France*, a magistralement caractérisé cette noble mission: « Le Collège de France, dit-il, répond à des besoins qui tiennent si profondément au progrès de l'esprit humain, que la manière, plus ou moins fidèle, dont il remplit sa mission peut être prise comme mesure du développement scientifique à un moment donné. Les époques où le Collège de France a compté dans son sein les chefs du mouvement intellectuel ont été les époques fécondes en grands résultats; les moments où le Collège de France, transformé en succursale des établissements ordinaires, n'a fait que répéter les doctrines reçues, sans poursuivre aucune méthode nouvelle, ont été des temps de décadence scientifique. »

I. — LES PREMIERS TITULAIRES.

A ce point de vue, le passé de la chaire d'Histoire naturelle du Collège de France est instructif et de bon exemple; elle n'a pas encore connu ces temps de décadence que redoute Ernest Renan. Elle fut menacée de suppression, en compagnie de celles de Médecine pratique, de Chimie et d'Anatomie, au moment où l'Assemblée Constituante s'occupait d'agrandir le Jardin du Roi et de le doter de

chaires nouvelles. Mais cette mutilation rencontra fort heureusement des adversaires déterminés, qui eurent le talent de faire ressortir victorieusement que le but des deux illustres établissements était tout différent et qu'il y aurait grand péril, pour les progrès de la Science, à dépouiller le Collège de France de sa fière devise, *omnia docet*, dont il se paraît à juste titre depuis François I^{er}.

La chaire d'Histoire naturelle fut inaugurée, en 1778, par Daubenton; il est curieux de constater que cet illustre savant doit être compté parmi les premiers naturalistes ayant introduit l'emploi du microscope dans l'examen des roches et des minéraux; en 1782, on le voit utiliser cet instrument pour étudier les dendrites et en mesurer les délicates anastomoses au moyen d'un micromètre. Il est, avec Vicq d'Azyr, un des fondateurs de l'Anatomie comparée, et cumule, en 1793, sa chaire avec une de celles que la Convention vient de créer au Museum; par dérogation spéciale, en considération de son grand âge, il est autorisé à y transporter ses leçons du Collège de France; le fondateur de la Minéralogie, Haüy, a été son élève.

Le 18 nivôse an VIII (1800) est une date mémorable pour la chaire dont nous esquissons l'histoire; le grand Cuvier est appelé à y succéder à Daubenton; il la conserve, avec son suppléant La Métherie, jusqu'en 1832. Créateur de la Paléontologie, Cuvier a développé, dans ses cours du Museum, la partie purement scientifique de son œuvre, réservant au Collège de France les considérations historiques et philosophiques, qui se rattachent à l'Histoire naturelle.

Dès lors, cette branche si importante des sciences géologiques, qui a trait à l'histoire de la vie depuis les périodes les plus reculées jusqu'à nos jours, s'est tout naturellement trouvée rattachée aux grandes collections du Museum et à sa chaire de Paléontologie.

Elie de Beaumont succède, en 1832, à Cuvier et va occuper, durant quarante-deux ans, la chaire du Collège de France qui, dédoublée en 1837, portera désormais le nom de *chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques*.

Nous commençons à peine à juger impartialement l'œuvre d'Elie de Beaumont; on lui doit la première carte géologique d'ensemble de la France, tracée au 500.000^e, en collaboration avec Dufrenoy; à l'époque déjà reculée où elle a paru (en 1840), elle constituait un chef-d'œuvre, méritant

¹ Leçon d'ouverture au Collège de France, le 2 février 1905.

à lui seul la grande réputation qui entourait, dès lors, ses auteurs.

Le travail assidu sur le terrain, la coordination des résultats acquis dans un ensemble de régions comprenant une partie des Alpes, les Cévennes et les Pyrénées, en un mot l'étude, si restreinte fût-elle, de la *face de la Terre* devaient nécessairement conduire Elie de Beaumont aux considérations générales et aux idées d'ensemble; elles se sont traduites par deux Mémoires touchant l'un au volcanisme, l'autre aux régions plissées et soulevées du Globe; le premier traite des *émanations volcaniques et métallifères*, le second, plus célèbre, des *systèmes de montagnes*. Sans doute, le défaut absolu de renseignements sur la géologie des cinq-sixièmes du Globe nuit à l'observateur, que son esprit géométrique conduit, en outre, aux solutions trop rectilignes; mais que d'idées nouvelles, et combien M. Suess, son continuateur, mieux documenté et pouvant suivre de plus près la Nature, a raison de rendre justice à Elie de Beaumont et de saluer en lui un précurseur de génie! On a beaucoup critiqué le réseau pentagonal, qui l'avait séduit, parce que c'est le réseau de grands cercles le plus riche en éléments de symétrie qui puisse couvrir régulièrement la sphère; mais, ici encore, l'idée était féconde.

Depuis lors, la science a progressé; la face de la Terre est mieux connue. C'est en 1883¹ que M. Suess a commencé à faire paraître ce monument des connaissances actuelles en Géologie qui a nom l'*Antlitz der Erde* et dont M. de Margerie² nous a donné une traduction fidèle, complétée par des notes originales de grande valeur. Justice est désormais rendue aux idées fécondes d'Elie de Beaumont; le réseau pentagonal lui-même a servi de parrain au réseau tétragonal de Lowthian Green³, sinon dans ses détails, au moins dans son idée maîtresse.

Ainsi nous voyons que les noms des premiers titulaires de cette chaire nous rappellent, dès l'origine, les grandes conquêtes de l'esprit humain dans le domaine de la science géologique, qui est, à proprement parler, l'histoire ancienne de la Terre: d'abord le premier outil de travail vraiment précis est créé; la Paléontologie prend naissance et ne cessera dès lors de se développer et de s'associer fidèlement à la Stratigraphie, qui ne peut se passer de son aide, surtout pour les comparaisons à distance.

Puis l'enseignement de cette chaire met en honneur le tracé sur le terrain des contours géologiques

et préside à la naissance de la tectonique et à l'étude des systèmes de montagnes. Il est intéressant de noter, dès à présent, quels développements recevront bientôt les notions dont Elie de Beaumont s'est servi pour classer ces systèmes; les régions plissées sont nettement séparées de l'avant-pays, les sinuosités compliquées des zones de plissement sont suivies à travers le Globe tout entier; M. Suess spécifie soigneusement, toutes les fois que la précision est possible, l'âge des mouvements et le sens dans lequel se sont produites les poussées horizontales qui infléchissent, puis couchent les plis de l'écorce terrestre, comme si ces roches étaient devenues aussi plastiques que les métaux laminés dans les expériences de Tresca.

M. Heim fait paraître ses coupes des Alpes suisses; les plis couchés y atteignent des amplitudes horizontales extraordinaires. Au nord de l'Ecosse, M. Lapworth montre que les écailles calédoniennes sont poussées vers le Nord sur le gneiss des Hébrides; M. Tørnebohm établit la largeur invraisemblable des chevauchements scandinaves, transportés vers le Sud-Est. M. Marcel Bertrand démontre l'extrême généralité des nappes de charriage dans les Alpes et forme une pléiade de disciples qui vérifient et amplifient les prévisions de leur maître.

Les observations précises s'accumulent; elles attendent encore une explication d'ensemble. Mais, dès à présent, M. Suess est parvenu à grouper, dans un plan harmonieux, les Alpes et les Altaïdes proprement dites, les Dinarides et les chaînes de bordure de l'Asie méridionale: il a établi, sur des bases inébranlables, la symétrie du Globe autour de l'axe méridien de l'Atlantique; il a récemment dessiné d'une façon magistrale l'ossature des chaînes de l'Asie autour de la plate-forme cambrienne du Baïkal.

Nous voici arrivés à la période, pour ainsi dire, contemporaine de la chaire dont nous cherchons à retracer l'histoire. Charles Sainte-Claire-Deville, d'abord suppléant d'Elie de Beaumont, lui succède en 1875. Grand voyageur, explorateur hardi de plusieurs centres volcaniques encore en ignition, il poursuit l'étude patiente et approfondie de ces majestueux appareils qui s'appellent les Antilles, le Vésuve, l'Etna, Ténériffe, le Cap-Vert; il entraîne à sa suite son élève Fouqué, à qui il inocule la passion des voyages et des explorations périlleuses, et qui lui succédera bientôt.

II. — LA VIE ET L'ŒUVRE DE FOUQUÉ.

En pleine force de l'âge et du talent, Fouqué est bien préparé, par ses patientes études physiques et chimiques, pour rénover toute une branche de la

¹ Deuxième volume en 1888, troisième volume en 1901.

² Premier volume en 1897, deuxième en 1900, troisième en 1902.

³ *Vestiges of the molten Globe*, London, 1875, et Honolulu, 1887.

science; il va doter l'étude des roches des moyens d'investigation que, dès 1815, Cordier appelait de ses vœux, en déplorant l'insuffisance des procédés de diagnostic dont on disposait alors.

Né à Mortain, le 21 juin 1828, Fouqué est reçu à Saint-Cyr en 1847; mais il n'entre pas à cette École, non plus qu'à celle d'Administration, où il est admis en 1848; il se réserve pour l'École Normale, où il entre en 1849.

Nommé préparateur d'Histoire naturelle à l'École Normale, il publie, en 1853, en collaboration avec Henri Sainte-Claire-Deville, une note sur les pertes, par la chaleur, des minéraux fluorés et notamment de la topaze.

Après une fugue de quelques années dans l'industrie des produits chimiques, Fouqué se laisse tenter par les études médicales; il passe, en 1858, sa thèse de doctorat en médecine : *Sur un mode particulier d'emploi du thermomètre*.

Entre temps, il avait professé le cours de Physique au Lycée Bonaparte, pendant quelques années.

En 1861, il accompagne, comme aide volontaire, Charles Sainte-Claire-Deville au Vésuve, alors en éruption, et il assiste son maître dans l'étude approfondie des fumerolles de ce volcan; les explorateurs avaient fait tous leurs efforts pour voir en évolution les fumerolles les plus chaudes; mais ils n'avaient plus trouvé que les efflorescences salines qu'elles laissent, une fois éteintes; par contre, l'étude des fumerolles d'ordre inférieur avait été des plus faciles.

Dès lors la vocation de Fouqué se déclare et sa voie est tracée; il la parcourt avec une ténacité admirable et qui fait contraste avec les fluctuations des premières années, qui ont suivi sa sortie de l'École Normale. Quand j'ai fait sa connaissance en 1874, il était encore aide volontaire de Charles Sainte-Claire-Deville, alors suppléant d'Élie de Beaumont. Il possédait la haute estime de la plupart des minéralogistes; Daubrée, notamment, recourait volontiers à sa sagacité bien connue et le consultait sur les zéolites découvertes à Plombières; Charles et Henri Sainte-Claire-Deville l'aimaient d'une affection sincère; mais on était si habitué à le voir travailler sans bruit, dans le laboratoire du rez-de-chaussée du Collège de France, lorsqu'il revenait de ses lointaines missions, que l'idée ne vint même pas à Charles Sainte-Claire-Deville, devenu le successeur d'Élie de Beaumont, de lui offrir la place de préparateur alors vacante. Ayant appris qu'une compétition le menaçait, Fouqué se décida à faire valoir ses titres : « Comment, mon cher ami, vous désirez être mon préparateur », lui dit Charles Sainte-Claire-Deville, « je vous choisis et vous serez aussi mon suppléant ».

En 1865, Fouqué visite à deux reprises diffé-

rentes l'Etna, en pleine éruption; il y fait deux séjours d'un mois, le premier au milieu des neiges du sommet, ayant pour tout abri un bloc de lave renversé. Grâce à cet énergique mépris des circonstances fortuites, il peut étudier à loisir les fumerolles les plus chaudes; il assiste à la propagation, de haut en bas, de la fracture radiale qui, partant du centre du volcan et de son sommet, s'abaisse peu à peu sur son flanc Nord-Est. En même temps, les cônes adventifs de projection et les points de sortie de la lave s'abaissent eux aussi, toujours alignés sur la déchirure initiale. Le spectacle est grandiose; l'aire des projections, d'abord influencée par les vents d'Ouest, puis par les vents d'Est, occupe un immense espace elliptique dans lequel sept cratères parasites se distinguent par la violence des explosions dont ils sont le siège. Fouqué a rapporté, de ce double séjour au sommet de l'Etna, des trésors d'observations sur les fumerolles, les courants de laves, leurs tunnels, leurs moraines et enfin les étuis protecteurs dont ils entouraient certains arbres séculaires; il en a fait plus tard l'objet de leçons impressionnantes.

Durant cette même année 1865, Fouqué profite de son voyage pour étudier la chimie volcanique des îles Eoliennes et visiter de nouveau le Vésuve et la Solfatare. A son retour, il fait paraître, dans les *Annales des Missions scientifiques et étrangères*, un Mémoire étendu sur les phénomènes chimiques qui se produisent dans les volcans; ce mémoire lui sert de thèse pour le grade de docteur ès sciences physiques; il la soutient avec grand succès, le 9 août 1866.

Santorin fait partie d'un groupe d'îles volcaniques encore en ignition, au Sud de la mer Egée; il constitue une sorte de cirque, vaste cratère sous-marin, à bords en partie exondés, et occupe le milieu de l'arc volcanisé qui s'étend d'Aegine-Methana, à l'Ouest, à Nisyros, vers l'Est, en passant par Milo.

L'affaissement qui a donné naissance à la mer Egée puise une partie de son intérêt dans sa position même, en plein milieu des plis alpins; en effet, la prolongation des Alpes Dinariques passe par le Péloponèse et l'île de Crète, et ses plis ont été poussés vers le Sud; au Nord, les plis alpins proprement dits s'étendent jusqu'aux Balkans et à la Crimée, et sont poussés vers le Nord. La mer Egée est donc du type des affaissements en ovale méditerranéen, de même que la Hongrie et les fosses italiennes; mais elle passe au type intermédiaire d'effondrements, accolés aux plis en festons qui bordent les rivages asiatiques méridionaux, tels que ceux des îles de la Sonde; en outre, le groupe de Santorin, caractérisé par un

magma relativement très acide, fait partie du plus récent des affaissements de la Méditerranée.

Fouqué s'est donné tout entier à l'étude de cet archipel; il y a fait quatre séjours, dont deux prolongés.

Son premier voyage à Santorin date de 1866; il observe les débuts de l'éruption, qui a attiré l'attention du monde savant sur le petit groupe volcanique en ignition dans la mer Egée. Le développement des centres éruptifs naissants se manifeste sous forme d'îlots de nouvelle formation, émergeant doucement du fond de la mer et composés exclusivement de fragments entassés de lave solidifiée dans l'eau; sous ces blocs brille la lave incandescente, et les premières excursions de Fouqué au sommet du Giorgios et d'Aphroëssa sont vraiment émouvantes à tous les points de vue.

Ces sortes de cumulo-volcans, à l'érection desquels il assiste, correspondent à la prolongation de puissantes crevasses qui viennent de fissurer l'ancien sol de Néa-Kaméni, dont une moitié s'affaisse, pendant que l'autre se soulève par mouvements lents.

Dès que les cumulo-volcans sont suffisamment émergés, des explosions formidables se produisent et ébauchent à leurs sommets des cavités en forme de cratère; il en sort des coulées d'andésite très visqueuse, qui se tiennent encore sans morcellement sur des pentes telles que la théorie des cratères de soulèvement y perd son principal et dernier argument. Un petit cratère d'explosion se produit presque sous les pieds du courageux et patient observateur, en un point où la température avait été peu à peu en augmentant, et avait fini par donner naissance aux fumerolles sèches les plus chaudes, inversant ainsi l'ordre habituel de ces émanations volcaniques.

Enfin, l'étude des sels et des gaz de ces fumerolles comporte, à Santorin, des enseignements nouveaux: les plus chaudes sont riches en hydrogène; celles qui jaillissent sous la mer donnent des bulles de gaz qu'on peut enflammer à volonté; leurs variations, dans le temps, sont des plus nettes; tel évent perd rapidement son hydrogène en se refroidissant, et s'enrichit, à proportion, en acide carbonique. Les croûtes salines des fumerolles sèches sont riches en sels magnésiens, et c'est là un fait rarement constaté.

En cette même année 1866, Fouqué pousse ses explorations jusqu'à la partie occidentale de l'arc volcanique et visite Methana, Sousaki, Milo. Il contracte, dans cette dernière île, le germe d'une fièvre intermittente, dont il a souffert toute sa vie; et, cependant, la silicification des laves de Milo lui paraît si intéressante qu'il n'a jamais regretté son passage dans ce pays malsain.

L'annonce d'une période d'activité volcanique à Terceira entraîne Fouqué à faire une excursion dans l'archipel des Açores, dès le commencement de l'année 1867; il y trouve une éruption avortée, mais des fumerolles intéressantes, riches en méthane (gaz des marais) et contenant aussi de l'hydrogène; les immenses cratères ou caldeiras de la région attirent son attention; puis il retourne à Santorin pour étudier les cités préhistoriques ensevelies sous les projections ponceuses d'une ancienne éruption acide, que l'exploitation de ces ponces comme pouzzolane vient de mettre à découvert; l'affaissement qui a donné naissance à la baie actuelle est postérieur à ces ponces, et l'apparition des Phéniciens à Santorin, qui est postérieure au creusement de la baie, date de l'an 1500 av. J.-C.; l'on peut ainsi juger de l'antiquité des premiers habitants de Santorin.

Deux tremblements de terre violents, quoique localisés, attirent Fouqué à Mételin et à Céphalonie; il en rapporte des renseignements intéressants et des dessins précis de maisons fissurées et détruites.

Lors du départ du jeune explorateur pour une de ses missions, Elie de Beaumont, lui faisant ses dernières recommandations: « Vous allez peut-être, dit-il, observer des faits qui ne cadrent pas avec les opinions actuellement établies; à votre retour, ne craignez pas de les signaler, quelle que soit la théorie qu'ils ébranlent ». Elie de Beaumont faisait ainsi allusion à la théorie des cratères de soulèvement, qu'il soutenait avec ténacité et qui s'appuyait sur la prétendue impossibilité, pour les laves, de couler en nappes larges, épaisses et compactes, sur des pentes dépassant quelques 10°. Fouqué revenait de Santorin avec de nombreuses observations contredisant péremptoirement cette prétendue impossibilité; il redoutait fort sa première entrevue avec le maître. Elie de Beaumont l'interrogea du regard avec bonté; le disciple se contenta d'incliner la tête, d'un air contrit, en signe affirmatif; le maître garda un silence digne et méditatif, mais il conserva à Fouqué sa bienveillance, qui ne passait pas pour banale.

En 1869, nous retrouvons Fouqué parcourant les Apennins en compagnie de M. Gorceix, et étudiant les lagonis, gaz combustibles, volcans boueux et salzes de cette région. Il découvre à Sassoni des dégagements d'hydrure d'éthylène (éthane) qui l'incitent à comparer ces émanations avec celles des puits pétrolifères des États-Unis. Les deux collaborateurs rapportent les éléments d'un important Mémoire sur les nombreuses analyses qu'ils ont pu mener à bien.

Un deuxième voyage aux Açores, en 1873, est consacré à l'ascension du volcan de Pico et à l'exa-

men des sources geysériennes de San-Miguel, riches en silice.

Nous touchons à la fin de la première période de la carrière scientifique de Fouqué; avec une incomparable énergie et un courage inconscient du danger, il a multiplié ses courses aux centres volcaniques de l'Italie méridionale, de la Grèce et des Açores. Les analyses effectuées sur place et contrôlées au laboratoire, les matériaux de toute sorte recueillis et déjà partiellement étudiés, représentent un trésor inépuisable dont il n'a pu utiliser qu'une partie, sa vie durant.

En 1873-1874, il est chargé de la suppléance du cours d'Elie de Beaumont; en 1875-1876, de celle de Charles Sainte-Claire-Deville. C'est durant ce dernier cours qu'il introduit en France l'étude micrographique des roches, dont Sorby en Angleterre, Vogelsang en Hollande, Zirkel et Rosenbusch en Allemagne avaient établi les premiers rudiments.

A proprement parler, la première Note de Fouqué, utilisant les nouvelles méthodes, a trait aux inclusions vitreuses des roches de Santorin et a paru dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* du 1^{er} décembre 1873. Je n'avais pas encore lié connaissance avec mon futur maître, ami et collaborateur, quand je me décidai à présenter à la Société géologique de France (séance du 15 février 1874) mon premier Mémoire sur quelques caractères microscopiques des roches acides anciennes. Nous eûmes à peu près pareil succès, chacun de son côté: au cours de la discussion qui suivit ma communication, un des maîtres incontestés de l'ancienne Pétrographie me fit observer, non sans quelque malice, qu'on n'étudiait pas les montagnes au microscope et qu'une plaque mince d'un centimètre carré de surface ne pouvait vraiment synthétiser l'histoire d'une roche quelconque. De son côté, Henri Sainte-Claire-Deville, le maître respecté et aimé de Fouqué, lui disait avec bonhomie, en examinant quelques-unes des plaques minces de son élève favori: « Les pétrographes sont des chasseurs qui tirent au jugé ».

C'est en 1875 que nous avons combiné nos efforts et lié la fidèle collaboration qui nous a permis de triompher allègrement des commencements toujours difficiles, que la routine et un esprit conservateur ménagent, en général, à l'introduction de méthodes nouvelles et d'innovations d'abord traitées de révolutionnaires.

Fouqué venait de faire paraître sa Note sur de nouveaux procédés d'analyse médiate des roches; elle contenait deux très belles photographies de plaques minces de Santorin et la découverte importante de procédés mécaniques et chimiques d'épuration des minéraux composant les roches: celles-ci, réduites en poudre, sont attirées par un électro-

aimant qui retient les minéraux ferrifères, ou sont traitées par l'acide fluorhydrique qui attaque rapidement les minéraux acides et respecte les éléments ferro-magnésiens. Dès cette époque, Fouqué avait en portefeuille presque tous les éléments, déjà rédigés, de son livre sur Santorin; il y était retourné une troisième fois en 1875, pour constater les derniers changements survenus, du fait des phénomènes éruptifs décroissants.

Lauréat du prix Cuvier en 1876, il est, en 1877, nommé titulaire de la chaire qu'il a occupée durant vingt-sept années. En 1880, il est appelé à faire partie de la Commission de la Carte géologique de la France; en 1881, il entre à l'Académie des Sciences, dont il sera président en 1901.

Dès lors, sa vie laborieuse, pour se dépenser sur des théâtres moins lointains et en des besognes plus variées, n'en est pas moins utile au progrès de la science. Il attaque, dans la Haute-Auvergne, l'étude de quatre feuilles au 80.000^e: Brioude, Saint-Flour, Aurillac, Mauriac, et leur consacre douze années de courses sur le terrain, dans un pays encore mal préparé à la vie de touriste et, à cette époque déjà lointaine, plutôt sauvage et peu hospitalier. Il y menait une vie d'anachorète, oubliant souvent de déjeuner et portant lui-même sur son dos la récolte journalière de roches, qui constitue maintenant, au Collège de France, une magnifique collection, attendant encore une étude définitive; car Fouqué ne nous a donné que ses cartes, leurs notices, un résumé de la succession des éruptions dans le Cantal, et quelques analyses détaillées très instructives.

Quand on parcourt ces belles régions, où un volcan, de la taille de l'Etna, montre à nu ses assises dans les ravins profonds creusés en éventail autour de son sommet, on est frappé de la justesse de coup d'œil du chercheur qui a su en démêler les principales périodes d'activité, distinguer les brèches éruptives des brèches de remaniement, et nommer les innombrables roches qui s'étagent, se coupent et s'entremêlent dans ce majestueux Cantal.

En 1879, Fouqué se décide enfin à faire paraître son livre sur Santorin et, avec son nouveau collaborateur, il publie la Minéralogie micrographique, dont les planches ont contribué à vulgariser les nombreuses structures d'association des minéraux, révélées par le microscope; les 800 exemplaires de ce grand ouvrage sont épuisés en dix ans.

De 1878 à 1882, les synthèses artificielles des minéraux et des roches, par fusion ignée et recuits successifs, occupent les deux collaborateurs, qui résument leurs travaux et ceux de leurs prédécesseurs dans un volume paru en 1882.

A la suite du grand tremblement de terre qui a ravagé, en 1885, la plus grande partie de l'Anda-

lousie, Fouqué accepte la direction d'une Mission, chargée par l'Institut d'en étudier sur place les effets et les causes; il en rapporte, avec son collaborateur, un programme d'expériences sur la vitesse de propagation des secousses dans les sols de diverses natures; ces expériences, effectuées au moyen d'explosifs ou de chocs d'un marteau-pilon, et d'un appareil basé sur l'enregistrement photographique des vibrations d'un bain de mercure, sont poursuivies à l'Observatoire de Meudon, au Creusot, dans les mines de Commentry, dans le marbre de Saint-Léon; elles révèlent que, dans le granite, la vitesse de propagation dépasse 3.000 mètres par seconde, pour descendre au-dessous de 300 mètres dans les sables de Meudon. Les vitesses de propagation des séismes des antipodes, à travers le Globe terrestre, ont récemment confirmé l'exactitude de ces expériences.

Les Romains faisaient usage d'une couleur bleue, dite bleu égyptien ou vestorien, dont la résistance aux agents chimiques et la belle teinte frappent les yeux dans les fresques de Pompéi et du Vatican. Cette couleur était inconnue de l'industrie moderne; Fouqué en a déterminé la composition: c'est un silicate double de cuivre et de chaux; il se présente en lamelles quadratiques, à un axe négatif, et s'obtient par fusion ignée et recuit au rouge vif; un excès, même léger, de température l'altère, ce qui explique les insuccès préalables aux études poursuivies par l'auteur, en 1889.

Après avoir à peu près épuisé la série des reproductions artificielles par fusion purement ignée et recuit, nous avons songé à aborder à notre tour la voie tracée par les mémorables synthèses de Sénarmont, de Daubrée et de Friedel, en chauffant divers silicates en vase clos, en présence de l'eau sous pression. Jusqu'au rouge naissant, en prenant les précautions nécessaires pour obtenir une fermeture hermétique, on obtient les minéraux dont la science est redevable aux savants dont nous venons de rappeler les noms: quartz, feldspaths, zéolites, etc. Mais, pour reproduire les structures des roches acides, et notamment le granite, il était nécessaire d'atteindre le rouge vif et, jusqu'en 1891, aucun vase clos n'avait pu résister à une pareille température, en présence de l'eau surchauffée. Nous avons utilisé d'épais creusets en platine iridié, à 20 % d'iridium, qui ont conservé jusqu'à 1.000° une résistance suffisante, et nous avons obtenu ainsi la transformation des verres de granite et de porphyre en un magma fondu et bulleux, chargé de microlites d'orthose, de mica noir et de spinelle.

La détermination des plagioclases en plaque mince est un des problèmes les plus difficiles qui se soient posés aux pétrographes; elle a été résolue

de diverses façons, dont le point de départ est toujours la connaissance exacte de l'ellipsoïde des indices par rapport aux clivages faciles des feldspaths. Il faut, en outre, connaître avec précision la composition chimique du plagioclase à l'étude. Dès 1892, Fouqué a courageusement abordé ce problème ardu, en partant des sections perpendiculaires aux bissectrices, mesurant leur signe, l'angle du plan des axes avec les traces de clivages faciles, séparant avec un soin extrême les produits de densités diverses au moyen des liqueurs lourdes, et les analysant enfin par la méthode d'Henri Sainte-Claire-Deville. Il faut avoir assisté à ce labeur prolongé pour juger des efforts qu'exige le progrès de la science. En octobre 1893, Fouqué paraît satisfait de son œuvre; il m'écrit: « J'ai passé de bonnes journées à fouiller au microscope mes préparations d'Auvergne et de quelques autres endroits, au point de vue de la composition des feldspaths en grands cristaux. L'application de mon procédé, basé, comme vous le savez, sur l'examen des sections perpendiculaires aux bissectrices, marche à merveille... On n'éprouve vraiment de difficultés que dans quelques cas exceptionnels, où les repères, clivages ou macles, font défaut, ou bien encore quand la macle de Carlsbad offre une pénétration anormale. » En septembre 1894, la note est changée et plus pessimiste: « J'ai travaillé et travaillé encore à mettre au net mes documents sur les feldspaths, mais je suis effrayé des lacunes que je vois dans ce travail et des vérifications qui me restent à faire. Je ne le finirai certes pas, au moins tel que j'aurais voulu le faire. Un de ces jours, quand je perdrai patience, je publierai ce que j'ai entre les mains; mais c'est bien ennuyeux de publier quelque chose qui ne vous satisfait pas. » Ce travail a paru en 1896; c'est un monument durable, et les citations que j'ai extraites de ma correspondance avec le maître témoignent de sa modestie, de sa conscience toujours en éveil, et de son extraordinaire puissance de travail.

Les derniers travaux de Fouqué ont trait à des analyses en bloc des roches de Santorin et d'Auvergne. Il avait peu d'estime pour ce mode un peu sommaire d'investigation, et le calcul trop théorique des divers minéraux, entre lesquels on peut partager les éléments, le laissait sceptique: « A quoi bon, disait-il, s'évertuer à déterminer la composition minéralogique normale d'une roche, quand on possède des moyens sûrs d'apprécier sa composition réelle? » La réponse à cette question doit, en réalité, tenir compte de ce fait que la composition en bloc des roches d'une série déterminée, décèle, lorsqu'elle est convenablement interprétée, un air de famille, une consanguinité qu'on peut difficilement apprécier d'une autre façon avec une

suffisante délicatesse. C'est ainsi qu'à ce point de vue les analyses publiées par Fouqué, en 1902 et en 1903, nous ont fourni de précieux points de repère sur la série du Cantal.

Nous avons terminé la revision rapide des principales étapes de la vie scientifique de Fouqué; nous voudrions caractériser en quelques mots son œuvre et en faire ressortir l'importance capitale: Fouqué a été l'un des rénovateurs de l'étude des phénomènes volcaniques et des produits éruptifs.

1° Il débute en confirmant, complétant et généralisant les données que la science doit à Charles Sainte-Claire-Deville sur les émanations volatiles des volcans. Fouqué démontre que les produits des fumerolles sont principalement fonction de leur température, ce qui explique la liaison apparente entre la composition d'une fumerolle, sa place par rapport au centre éruptif, et le temps écoulé depuis le commencement de l'éruption. Elles dérivent donc les unes des autres, par disparition successive de certains éléments, au fur et à mesure de la baisse de température, et non par apparition de produits nouveaux.

Tous les produits volatils des éruptions volcaniques peuvent se rencontrer dans les fumerolles d'ordre supérieur et cessent d'apparaître dans celles d'ordre inférieur, à mesure que la température s'abaisse et devient insuffisante pour les volatiliser ou pour produire la réaction chimique d'où ils dérivent. Il suffit donc de dresser une liste des produits constatés dans les fumerolles les plus chaudes; les coupures sont ensuite et ne peuvent être qu'arbitraires.

On doit à Fouqué la découverte, dans les fumerolles, du carbonate de soude, du carbonate d'ammoniaque et de l'hydrogène libre; les travaux récents de M. Armand Gautier ont montré l'importance capitale de ce dernier élément, qui donne naissance aux flammes accompagnant les éruptions volcaniques.

2° L'étude approfondie de la grande éruption de 1866 à Santorin démontre avec évidence qu'il est nécessaire de suivre minutieusement toutes les phases de ces grandioses manifestations de l'activité interne du Globe; Fouqué prépare, par l'étude détaillée des cumulo-volcans des Kaménis, celle que M. Lacroix vient de nous donner sur le cumulo-volcan de la Montagne Pelée.

Tout, dans cette œuvre magistrale qui a nom *Santorin et ses éruptions*, témoigne du courage téméraire, de la conscience et de la profonde perspicacité de l'observateur; il détruit, chemin faisant, la théorie déjà vermoulue des cratères de soulèvement et montre le merveilleux parti que l'étude des roches tirera désormais du microscope et des procédés de purification de leurs minéraux élémen-

taires; enfin, ses nombreuses analyses chimiques des roches, des minéraux et des fumerolles serviront maintes fois d'exemple et de documents à ses successeurs.

Le tracé des contours géologiques détaillés sur les cartes au 80.000^e du Cantal, du Cézalier et du versant sud du Mont-Dore fait connaître la stratigraphie d'une des plus instructives régions volcaniques du monde; la plupart des conclusions du maître ont résisté à l'épreuve de vingt-cinq ans de durée qui sépare les explorations de Fouqué des revisions à grande échelle confiées à un de nos plus éminents disciples et collaborateurs, M. Boule. Fouqué avait reconnu l'existence de trachytes anciens très acides, à la base des éruptions andésitiques; M. Boule les a montrés associés à des phonolites et les a datés avec précision: ils sont du Miocène supérieur; la séparation des brèches éruptives et remaniées a été prévue et décrite dans la notice d'Aurillac.

3° Toutes ces séries éruptives si variées, Fouqué les a soumises à l'étude microscopique en plaques minces. Avant le développement des méthodes micrographiques nouvelles, il fallait bien reconnaître, avec Cordier, que la science des roches s'arrêtait à celles dont les éléments sont discernables à la loupe ou déterminables en poudre grossière sous le microscope.

Fouqué était passionné pour les progrès de son instrument favori: malgré l'aridité du sujet, il a consacré plusieurs leçons à développer à son auditoire les extinctions en zones, au moment de l'apparition de mon *Mémoire* sur ce problème; il n'a eu de cesse que je n'abordasse l'étude des feldspaths zonés, étude qui me paraissait hérissée de difficultés et que j'aurais abandonnée, s'il ne m'avait encouragé à maintes reprises et réconforté par son juvénile enthousiasme.

4° C'est à Fouqué que la science doit les ingénieuses méthodes de purification des minéraux engagés dans les roches, basées sur l'emploi d'un puissant électro-aimant et sur l'attaque plus ou moins ménagée à l'acide fluorhydrique; grâce à ces procédés très pratiques, on peut séparer presque rigoureusement les éléments acides des éléments ferro-magnésiens et épurer ceux des minéraux que l'on veut soumettre à une analyse précise. Tous les minéraux des principales roches de Santorin ont été ainsi séparés et analysés; nous avons réussi, de la même façon, à isoler le zircon dans les roches à mica noir.

C'est du Laboratoire du Collège de France qu'est sortie la première étude sur les liqueurs denses et leur emploi comme moyen de préparation mécanique: le maître avait signalé le bi-iodure de mercure et de potassium comme propre à cet usage à l'un de ses préparateurs en quête d'un sujet de thèse.

5° Enfin, l'étude, si patiemment prolongée sur le terrain, des roches volcaniques a induit Fouqué aux expériences synthétiques de reproduction par fusion ignée et recuit prolongé, auxquelles il m'a associé. Les minéraux que cette méthode a permis de reproduire sont nombreux : oligoclase, labrador, anorthite, amphigène, néphéline, enstatite, hypersthène, pyroxène, péridot, spinelle, fer oxydulé, fer oligiste. Les cinq premiers n'avaient encore été reproduits par aucune autre méthode; mais elle a eu surtout pour mérite de s'appliquer à la reproduction d'associations complexes, identiques à la plupart des roches volcaniques basiques de la Nature : celles-ci se font, comme toutes les roches, en présence de gaz et de vapeurs; mais l'action minéralisatrice de ces émanations volatiles rétrocede, pour les roches basiques, devant la simple influence d'un recuit prolongé à deux ou trois températures décroissantes, convenablement choisies pour amener la cristallisation successive des silicates naturels : andésites, labradorites, basaltes, leucotéphrites et leucitites, néphélinites, ophites, météorites ont été ainsi fidèlement reproduites, non pas sous forme de scories plus ou moins cristallitiques et vitreuses, mais bien sous forme de roches largement cristallisées, avec les allongements et les aplatissements favorisés de leurs éléments et la différence de grain entre les éléments du premier temps et ceux du second, connus sous le nom de microlites.

Certains magmas nous ont aussi montré que, par fusion ignée, ils produisent de tout autres associations que celles qui pouvaient être prévues : ainsi un mélange, par parties égales, de mica noir et de microcline s'est transformé en une leucitite à péridot, démontrant ainsi la parenté de certains lamprophyres avec les roches d'épanchement à feldspathides, parenté qui a été plus tard retrouvée, dans des séries naturelles de roches de l'Absaroka, par M. Iddings.

Je me rappelle le jour où nous avons reproduit pour la première fois des microlites d'oligoclase; la fusion et le recuit avaient fourni une sorte d'émail blanc, analogue à du verre dévitrifié; sa poussière agissait peu sur la lumière polarisée; Fouqué était découragé; j'emportai, séance tenante, le petit creuset, pour y faire tailler sans retard quelques plaques minces; une heure après, nous étions en extase devant un bel agrégat de microlites feldspathiques, aplatis suivant la face g' , présentant les macles de l'albite et de Carlsbad, et en tout si semblables aux magmas des andésites naturelles que nous ne pouvions plus douter d'une longue suite de succès. Nous n'avons certainement jamais ressenti une émotion plus vive, une satisfaction plus intense. Il ne faut pas oublier que nos prédé-

cesseurs ne disposaient pas de l'examen microscopique : aucune de ces roches artificielles, si convaincantes et si nettement déterminables, n'aurait pu être étudiée sans le secours du microscope et des plaques minces; l'espèce d'émail plus ou moins foncé qui les compose est, en effet, aussi peu déterminable, à la loupe, que la pâte des basaltes et des roches compactes.

Fouqué est mort à soixante-seize ans, subitement, dans la matinée du 7 mars 1904, en pleine possession de sa lucide intelligence, entouré de sa famille patriarcale et de la digne compagne de sa noble vie.

C'était un maître profondément dévoué à ses élèves, un ami incomparable, une âme ferme, droite et fidèle; quand il s'était donné, il ne se reprenait plus; mais son amitié n'était pas banale, et il ne la prodiguait pas. Il n'était pas partisan des hypothèses hasardées, qu'il faut remanier sans cesse; sa tendance était aux observations précises, aux expériences soigneusement conduites et dosées. Il avait coutume de dire que les fondements de l'enseignement géologique sont, en Stratigraphie la Paléontologie, en Pétrographie la Minéralogie micrographique et la détermination de la structure d'association des minéraux élémentaires; pour lui, l'analyse chimique ne devait s'effectuer que sur des minéraux soigneusement triés et purifiés.

Doué d'un grand charme d'élocution, il parlait une langue pure et limpide; il écrivait d'un style simple, mais harmonieux, et son esprit, essentiellement logique, se pliait tout naturellement aux développements méthodiques et bien ordonnés. La *Revue des Deux-Mondes* avait accepté plusieurs fois sa collaboration, notamment à propos des anciens volcans de la Grèce (1867), de l'éruption des Açores (1873), et des applications modernes du microscope à la Géologie (1879). En 1890, il fut chargé de lire une étude sur le Plateau Central, en séance solennelle des cinq Académies.

Fouqué a laissé, à tous ceux qui l'ont connu, le souvenir d'un homme de devoir et de conscience, et à plusieurs de ceux qui l'ont aimé un vide irréparable.

III. — PROGRAMME DE LA CHAIRE ACTUELLE.

Ce résumé, inégalement développé, du passé de la chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques du Collège de France serait incomplet, si nous ne tentions d'y adjoindre une énumération sommaire des branches nouvelles de la science qu'elle doit cultiver, de celles, tout au moins, qui sont encore en voie d'évolution; il s'agit presque d'une encyclopédie; nous pouvons, cependant, en élaguer la Paléontologie, qui a son domaine propre

ailleurs qu'au Collège de France, bien qu'il soit fier des grands noms de Daubenton et de Cuvier.

§ 1. — Tectonique.

1. *Zones de plissements.* — Nous avons vu plus haut que la connaissance parfaite de la face de la Terre est désormais tributaire des cartes géologiques détaillées; en France, nous sommes sur le point de terminer celle au 80.000^e, à la naissance de laquelle Élie de Beaumont a présidé en 1868, et nous appelons de tous nos vœux la confection d'un canevas topographique plus précis et à plus grande échelle, qui seul convient à la représentation graphique des régions compliquées, que nos éminents collaborateurs ont dû aborder avec des minutes insuffisantes.

Parmi eux, je veux rendre hommage aux travaux d'un ami, dont les conceptions sagaces ont récemment renouvelé l'intérêt que présente l'étude des zones de plissement de l'écorce terrestre: Marcel Bertrand a montré dans nos Alpes, et aussi dans les plis de notre système hercynien, la généralité du phénomène des nappes de charriage, tout en restant dans cette sage réserve dont M. Suess nous a donné l'exemple. Un grand nombre de disciples se sont élancés, surtout en France et en Suisse, sur les traces des maîtres; les faciès des nappes superposées ont été soigneusement comparés à ceux des racines encore en place, et ces données précises ont ajouté une valeur spéciale aux travaux récents de MM. Schardt, Kilian, Haug, Lugeon, Termier.

Mais la moisson d'observations, dignes de foi, sur les nappes de charriage est loin d'être encore assez abondante pour en permettre une synthèse, même approximative; on a encore présente à l'esprit la Note que M. Suess vient d'insérer dans les *Comptes rendus* de notre Académie des Sciences, et dans laquelle il appelle l'attention sur les nombreuses lherzolites et serpentines que contient d'ordinaire la base des nappes de charriage, ainsi que sur la forme en festons imbriqués et en guirlandes de leur périphérie, bien différente des convergences et des rebroussements que présentent les plis en place.

Il n'est pas jusqu'à la cause même des forces tangentielles qui ne soit en litige: Élie de Beaumont la cherchait dans le refroidissement du Globe et dans la diminution progressive de son diamètre. Les enfoncements, suivis d'écrasement, de Holmquist ne sont qu'une variante de cette théorie. Celle de l'« *Isostasie* » est bien différente; elle s'appuie sur les variations de la pesanteur et sur la nécessité permanente, pour la croûte terrestre, d'obéir à ces variations, qui s'effectuent en général à l'inverse de ce qu'on aurait pu prévoir.

Comme on le voit, les systèmes de montagnes sont encore une des grandes inconnues de la tectonique; leur étude exige de nouveaux efforts, parce que la théorie n'en est pas faite: les expériences synthétiques ne sont ici d'aucune valeur; car la similitude n'existe pas en Mécanique; par suite, les observations sur le terrain doivent être patiemment poursuivies dans leurs plus petits détails, puisque nous ignorons si ce ne sont pas ces détails qui nous donneront la clef de l'ensemble.

2. *Aires d'affaissement.* — Tantôt en dehors et au pied des régions plissées, tantôt à leur intérieur et, semble-t-il, parfois à leur clef de voûte, on observe de grandes aires d'affaissement dont font partie les fosses marines et certains bassins terrestres nettement circonscrits. M. Suess a remarqué que les premières ne sont généralement pas volcanisées, tandis que les fractures qui bordent les secondes donnent passage aux cheminées volcaniques.

C'est à l'enfoncement de ces aires, puis à leur comblement par les dépôts stratifiés, que M. Suess attribue en partie les mouvements *eustatiques* de l'Océan, c'est-à-dire les régressions et les transgressions marines généralisées, dont on trouve la trace bien évidente à plusieurs époques de l'histoire géologique du Globe. Dans un remarquable Mémoire sur les géosynclinaux (1900), M. Heng a heureusement développé et modifié ces premières données, en établissant le contraste absolu qui existe entre les sédiments synchroniques des géosynclinaux et des autres régions du Globe. Ici encore, que de restrictions, que de problèmes pendants, que de patientes observations nécessaires!

§ 2. — Volcanisme.

Il semblait, après Santorin, que l'étude d'un volcan en ignition eût à peu près dit son dernier mot; celle que M. Lacroix vient de terminer, au sujet de la Montagne Pelée, montre bien que le volcanisme est un sujet inépuisable d'observations nouvelles: il a vu naître et monter un cumulo-volcan aérien de 300 mètres de hauteur, sous forme d'un piton laminé de roche pâteuse, portée à la température du rouge vif à l'intérieur, et s'écroulant périodiquement à la périphérie; l'andésite à hypersthène de l'écorce originelle fait place maintenant, sans changement de magma chimique, à des dacites à quartz libre de seconde ou même de troisième consolidation; c'est la première fois qu'il a été donné à l'homme de voir naître, consciemment, sous ses yeux, une roche à quartz libre. Santorin, la Martinique sont deux étapes capitales dans cette grandiose étude du volcanisme, dont il ne faut pas se lasser de scruter les annales.

§ 3. — Métamorphisme et roches de profondeur.

L'étude micrographique des plaques minces s'est heureusement associée à l'examen stratigraphique des roches de profondeur, de leurs contacts et, plus généralement, des roches cristallophylliennes; les phénomènes de métamorphisme, qui étaient expliqués dans les termes vagues dont l'ancienne Pétrographie était bien forcée de se contenter, ont pu enfin être précisés dans leurs détails et recherchés dans leurs causes. Il y a déjà longtemps que les paléontologistes sagaces s'étonnaient de la richesse et de la perfection de la faune dite première, de celle qu'on trouve dans les premiers sédiments fossilifères; la transformation d'une partie de l'écorce terrestre *per ascensum* leur paraissait nécessaire pour expliquer la disparition des faunes vraiment primordiales.

L'étude des roches métamorphiques et de profondeur a précisé le mode de transformation vraisemblable et, par suite, la genèse des granites, des gneiss et des micaschistes; elle a pour base solide l'examen approfondi des transformations que les granites font subir aux diverses natures de strates qu'ils touchent et aussi celui des phénomènes endomorphes subis par ces roches, qui digèrent en profondeur une partie de leurs salbandes. Nous avons été suivi, dans cette voie féconde, qui comprend aussi les enclaves des roches volcaniques, par des maîtres tels que MM. Lacroix et Barrois; mais tous les détails de ces transformations si curieuses sont à étudier, et le sujet tout entier est tributaire d'expériences synthétiques encore incomplètes.

Dans un autre ordre d'idées, le microscope commence à peine à démêler l'origine de certains dépôts sédimentaires, tels que les phosphates, les minerais de fer, les dolomies, etc. M. Cayeux nous a montré, par ses recherches originales, que de surprises nous réserve l'avenir dans cette voie nouvelle.

§ 4. — Reproductions artificielles.

Il semble que les synthèses par fusion ignée et recuit n'aient plus de grands secrets à nous révéler; mais l'action de la chaleur en présence de l'eau sous pression n'est pas aussi avancée, et cependant c'est ce genre de synthèse qui doit nous donner la clef des roches de profondeur, du métamorphisme et de la genèse des gneiss. L'expérience de 1891, dans des creusets hermétiquement clos en platine iridié, nous a montré que le verre de granite fond vers 1.000°, en présence de l'eau surchauffée, et se transforme en un trachyte micacé; cette unique et insuffisante synthèse réduit déjà de moitié l'épaisseur probable de l'écorce terrestre; il faut

reprendre et varier ces expériences d'un intérêt capital.

§ 5. — Chimie des émanations volatiles et des magmas.

1. *Fumerolles*. — Si un sujet semblait épuisé, tout au moins pour ce qui concerne l'observation sur le terrain et l'analyse dans le laboratoire, c'était celui des fumerolles volcaniques. Et, cependant, M. Armand Gautier a récemment renouvelé l'intérêt de ces études, en montrant qu'il suffit de chauffer au rouge une quantité suffisante de roche de profondeur, granite, porphyre bleu, ophite, lherzolite, pour obtenir la plupart des éléments gazeux des fumerolles. Les travaux célèbres de M. Moissan sur les carbures métalliques expliquent, eux aussi, les fumerolles carbonées.

Plus récemment encore, M. Lacroix a rapporté de la Martinique les observations les plus inattendues sur les nuées ardentes, ces fumerolles gigantesques et homicides, si mal connues jusqu'à présent; en même temps, il nous a fait connaître d'autres fumerolles qu'on peut appeler posthumes, et qui naissent le long des anciens cours d'eau et dans les anfractuosités du sol, comblées par les apports conglomératiques et cinéritiques des nuées ardentes.

2. *Gites métallifères*. — On doit à M. de Launay de nombreuses observations sur la genèse et l'origine des gites métallifères; leur nature et la richesse de leur minéralisation dépendent directement de la nature des fumerolles qui leur ont donné naissance et, dans une certaine mesure, de la distance à laquelle le gîte métallifère se trouve du magma éruptif qui lui est lié. Il en résulte une relation entre la constitution d'un gîte métallifère et sa profondeur, qui est elle-même fonction de la profondeur que les érosions ont atteinte dans la région étudiée. Il est naturel que, dans les zones plissées de l'écorce terrestre, l'érosion soit d'autant plus grande que le système de montagne est plus ancien; on voit, dès lors, comment M. de Launay est amené à interpréter les types régionaux, scandinave, saxon, algérien, et par quelles considérations analogues il a été induit à supposer que, dans le noyau encore incandescent et semi-fluide du Globe, les éléments chimiques se sont écartés du centre en raison inverse de leur poids atomique.

3. *Magmas*. — Tout récemment, les pétrographes américains et, à leur tête, M. Iddings ont proposé une classification et une nomenclature, basées sur une composition minéralogique calculée, déduite de l'analyse chimique en bloc. C'est peut-être aller

un peu loin, et le procédé présente tout au moins l'inconvénient de mêler, dans une même recherche, la teneur de la roche en éléments ferro-magnésiens et son originalité magmatique; or, c'est cette dernière originalité qui présente un intérêt durable, quand elle existe réellement dans une série donnée.

Le tracé de diagrammes représentatifs et le calcul assez aisé de paramètres caractéristiques permettent souvent de spécifier les qualités chimiques communes à une série; c'est ainsi que le groupe de Santorin dérive d'un magma voisin de celui des Antilles, et qu'il est plus acide que celui de l'Etna, beaucoup plus que ceux du Cantal et du Mont-Dore. Il est certain qu'il faut recourir à ces considérations quand on veut distinguer, par exemple, les différentes sortes d'andésites entre elles, et prévoir que, par cuisson en présence de l'eau, sous une pression déterminée, le magma qui donne l'andésite à hypersthène de la Montagne Pelée se transformera en dacite à quartz libre.

Ces méthodes, toutes modernes, demandent à être poursuivies et vulgarisées, corrélativement avec les déterminations micrographiques précises.

§ 6. — Micrographie et Minéralogie.

Les méthodes micrographiques, applicables aux plaques minces des roches, dans lesquelles les minéraux, taillés au hasard de leur orientation, rachètent cette infériorité par leur grand nombre, sont maintenant très connues, bien qu'elles ne soient guère mentionnées que pour la forme dans les programmes universitaires. Il ne faut pas, d'ailleurs, oublier que la détermination pratique et rapide de certaines familles difficiles, comme les plagioclases, a encore fait des progrès notables en 1904, ce qui ne permet pas de dire que c'est là de l'histoire ancienne.

Mais ce qui est moins connu et sur quoi nous voulons insister, c'est que, si, pour progresser, la science nouvelle a dû emprunter à la Minéralogie ses méthodes en les modifiant convenablement, par réciprocité elle a rendu à sa sœur aînée les services les plus signalés. D'abord, elle lui apprend à se servir de plaques très minces et lui montre les inclusions et les impuretés des minéraux réputés les plus purs; elle lui fait connaître l'incroyable diffusion de certains minéraux, tels que l'apatite, le sphène, le zircon, dans la Nature; elle l'accoutume à l'association et à la transformation usuelles de l'épidote en zoisite, du pyroxène en amphibole. Enfin, elle lui montre nettement les macles microscopiques, autrefois superposées et indéchiffrables en plaques trop épaisses.

Mallard s'appuie sur les nouveaux procédés pour commencer ses admirables études sur les

anomalies optiques dans les cristaux pseudo-cubiques; puis, de proche en proche, il découvre la loi qui régit les macles par mériédrie et par pseudo-symétrie (pseudo-mériédrie). Il devait être donné à un de ses élèves, M. G. Friedel, de compléter, tout récemment, l'œuvre du maître et de donner une forme simple et définitive à la loi qui régit toutes les macles.

Quand Des Cloizeaux fait sa dernière grande découverte, celle du microcline, ce sont les plaques minces des pétrographes qui lui montrent les filonnets d'albite traversant le nouveau feldspath, et c'est la méthode des éclaircissements communs qui démontre que l'orthose, en apparence associé au microcline, n'est qu'une association submicroscopique de lamelles maclées de ce dernier minéral.

IV. — CONCLUSION.

Comme on peut en juger, les branches nouvelles de la science de la Terre assurent à cette chaire un domaine presque illimité; il y a lieu d'être effrayé de la longueur des avenues, à peine tracées, qui s'ouvrent de toute part devant nous. Et encore avons-nous passé sous silence la bathymétrie et la chimie des fonds de mer et des lagunes, qui préparent les récurrences de faciès caractéristiques dans la série des étages géologiques; nous avons également omis les curieuses modifications et épigénies dues aux eaux d'infiltration, qui, circulant jusqu'au niveau des vallées les plus profondes, prêtent une vie toujours renouvelée aux roches préexistantes, et creusent des canaux souterrains, aussi pittoresques que dangereux pour la pureté des sources d'eau potable. Enfin, nous avons laissé de côté l'étude du modelé des terrains aux différents âges, qui vient en dernière analyse se confondre avec la Géographie physique, devenue une science indépendante, entre la Géologie et la Géographie.

Nous ressemblons à l'explorateur des hautes cimes, qui s'est attaqué à l'escalade de quelque pic compliqué et infranchissable. Haletant, il monte péniblement; l'air s'est raréfié autour de lui et les forces lui font défaut. Alors, il s'arrête et jette un coup d'œil sur le chemin déjà parcouru. L'horizon s'est élargi, la vue s'est transformée, les détails semblent d'une netteté surprenante. L'enthousiasme lui fait oublier sa fatigue et il repart pour le sommet, qu'il n'atteindra jamais.

Puissent nos efforts ne pas paraître trop indignes de ceux de nos illustres prédécesseurs.

A. Michel-Lévy,

Membre de l'Académie des Sciences,
Professeur au Collège de France

Directeur du Service de la Carte géologique de la France.

MODES DE FORMATION ET DE PRÉPARATION DES ALDÉHYDES SATURÉES DE LA SÉRIE GRASSE

Indépendamment de l'intérêt direct que présentent certaines d'entre elles, les aldéhydes saturés de la série grasse constituent, par suite de l'extrême plasticité de leur molécule, les plus féconds agents de synthèse dont dispose la Chimie organique; aussi, depuis longtemps, leur obtention et leur préparation ont-elles fait l'objet de très nombreuses recherches. Cette multiplicité de tentatives montre qu'aucune d'entre elles n'a complètement résolu le problème. Si, en effet, on se livre à une révision critique et expérimentale des travaux un peu anciens, on se trouve obligé de reconnaître que les méthodes les plus classiques, ou bien ne donnent que de mauvais rendements et des produits impurs, ou bien n'offrent aucun caractère de généralité et sont applicables tout juste à trois ou quatre termes de la série. Tout récemment, des méthodes très variées ont été publiées qui ont rendu aisée la préparation d'un grand nombre d'aldéhydes et laissent entrevoir dans un avenir prochain la résolution du problème dans toute sa généralité.

On peut obtenir une aldéhyde à l'aide d'une matière première dont le squelette d'atomes de carbone est identique au sien; il peut encore être plus compliqué ou plus simple. Nous dirons qu'on a employé dans le premier cas une méthode de transformation, dans le second une méthode de dégradation ou analytique, dans le dernier une méthode synthétique.

I. — MÉTHODES DE TRANSFORMATION.

Les méthodes appartenant à cette catégorie peuvent elles-mêmes se subdiviser en six groupes, suivant qu'on emploie un procédé *d'hydrolyse*, *d'hydratation*, *d'isomérisation*, *de déshydratation*, *d'oxydation* ou, enfin, *d'hydrogénation*.

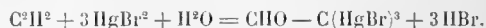
§ 1. — Méthodes par hydrolyse.

Tous les dérivés des aldéhydes : acétals, imines, oximes, hydrazones, phénylhydrazones, semicarbazones, etc., sont susceptibles de régénérer les aldéhydes correspondantes par hydrolyse, quand on les traite par les acides sulfurique ou chlorhydrique étendus et bouillants. Mais cette opération ne peut évidemment constituer un véritable mode de préparation qu'à une condition, c'est que la matière première en question n'ait pas été obtenue en partant de l'aldéhyde elle-même. Nous en considérerons, dans la suite, sous réserve de la condition

précitée, l'obtention comme équivalant à l'obtention de l'aldéhyde correspondante elle-même, et nous en parlerons en temps et lieu.

§ 2. — Méthodes par hydratation.

Une seule classe de corps serait susceptible de fournir les aldéhydes par pure hydratation : ce serait celle des hydrocarbures acétyléniques monosubstitués. Or, seul le premier terme de la série, l'acétylène, justifie cette prévision. Si, quand on le traite par l'acide sulfurique à 80 %, il ne donne que des produits dont, jusqu'à ce jour, l'étude est incomplète, en revanche, comme l'a constaté M. Kutscheroff, au contact du bromure de mercure et de l'eau, il se transforme nettement en aldéhyde, après avoir donné naissance à un composé intermédiaire qui, d'après les tout récents travaux de MM. Biltz et Hofmann, serait le tribromomercure-acétaldéhyde, formé suivant l'équation :



M. Desgrez est même parvenu à obtenir de la paraldéhyde contenant une petite quantité d'aldéhyde non polymérisée en chauffant avec de l'eau à 325° l'acétylène lui-même ou, mieux, un corps susceptible de fournir ce gaz par sa décomposition, l'acide acétylène-dicarbonique.

Quant aux homologues monosubstitués de l'acétylène $R - C : CH$, au lieu de donner naissance aux aldéhydes $R - CH^2 - CHO$, ils fournissent les acétones $R.CO.CH^2$.

§ 3. — Méthodes par isomérisation.

Certains alcools non saturés sont capables de donner naissance à des aldéhydes par isomérisation. C'est, par exemple, d'après MM. Sabatier et Senderens, le cas de l'alcool allylique, qui, en passant sur du cuivre réduit chauffé entre 180 et 300°, se transforme en aldéhyde propionique; malheureusement, cette intéressante réaction n'a pu être généralisée, à cause de la difficulté que l'on éprouve à se procurer ce genre d'alcools.

Parmi les autres alcools qui pourraient s'isomériser en aldéhydes figurent les homologues β -substitués de l'alcool vinylique :



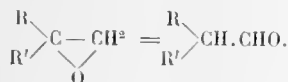
En réalité, on n'a jamais obtenu avec certitude ni l'alcool vinylique ni aucun de ses homologues,

mais on a souvent préparé leurs éthers halogénés : $R.CH:CH(X)$ ou leurs éthers-oxydes : $R.CH:CH.O.R'$. La saponification des premiers par l'acide sulfurique étendu, des seconds par l'eau et la litharge, conduit effectivement à l'aldéhyde correspondante (Eltekoff).

Les homologues monosubstitués de l'oxyde d'éthylène, ou oxydes des glycols α primaires-secondaires, peuvent être isomérisés, soit en aldéhydes, soit en acétones :



Mais on obtient exclusivement l'aldéhyde quand R représente un radical aromatique ou quand on a affaire à des dérivés disubstitués asymétriques :



Cette transposition se produit sous l'action de la chaleur seule entre 500 et 600°, ou entre 200 et 300° si les vapeurs sont en contact avec l'alumine pulvérulente, entre 150 et 200° lorsqu'on opère en vase clos avec de l'eau additionnée de petites quantités d'acide chlorhydrique ou de sels tels que les chlorures de zinc ou même de plomb; enfin, elle peut se réaliser à la température ordinaire au contact du chlorure de zinc fondu.

Aux résultats fournis par les phénomènes d'isomérisation se rattache l'expérience de MM. Lwoff et Scheschukoff, qui, en abandonnant à la température ordinaire, avec de l'acide chlorhydrique étendu, l'isopropénylecarbinol $CH^2:C(CH^3).CH^2OH$, ont réussi à transformer ce dernier en aldéhyde isobutylique. Mais, comme ces auteurs ont obtenu dans la même opération l'isobutylèneglycol $(CH^3)^2:C(OH).CH^2OH$, c'est-à-dire le produit d'hydratation de l'alcool éthylénique primitif, la formation d'aldéhyde isobutylique est due à la déshydratation de ce glycol α , comme la suite le démontre.

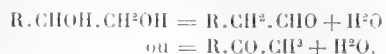
§ 4. — Méthodes par déshydratation.

Nous ferons rentrer dans cette catégorie tous les procédés qui consistent à enlever non seulement une molécule d'eau, mais aussi une molécule d'alcool, d'acide chlorhydrique ou iodhydrique, à cause de l'identité du mécanisme.

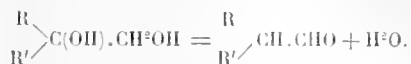
Toutes les fois qu'au cours d'une réaction on peut transitoirement former un oxyde de glycol α , on doit s'attendre, d'après ce que nous avons vu dans le paragraphe précédent, à obtenir, suivant les cas, un mélange d'aldéhyde et de cétone ou une aldéhyde seulement.

C'est ce qui arrive lorsqu'on soumet à l'action des déshydratants acides (chlorure de zinc solide

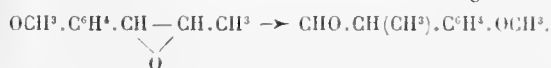
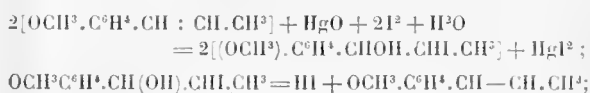
ou acide sulfurique étendu) les glycols α ; on obtient alors, avec les glycols *primaires-secondaires*, simultanément, une cétone et une aldéhyde :



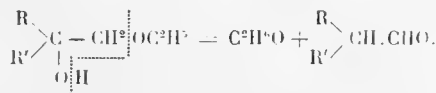
tandis qu'avec les glycols *primaires-tertiaires*, on a une aldéhyde exclusivement :



C'est encore ce qui a lieu lorsque, suivant Carius, Linnemann, Eltekoff, Charon et Séailles, on chauffe en tube scellé avec de l'eau, ou mieux avec de la litharge, les éthers mono et di-halogénés, et principalement les éthers iodhydriques de ces mêmes glycols α . En particulier, comme l'a montré M. Bougault, dans le cas de certains composés aromatiques mixtes, on peut même réaliser, d'un seul coup, par l'action de l'iode et de l'oxyde de mercure, la transformation d'un hydrocarbure éthylénique en aldéhyde. La monoiodhydrine qui prend d'abord naissance, sous l'influence d'un excès de réactif, et par suite d'une transposition moléculaire qui a le plus grand rapport avec l'isomérisation pinacolique, est transformée en aldéhyde :



Enfin, nous devons citer ici les récents travaux de MM. Béhal et Sommelet, grâce auxquels nous savons également que la désalcoylation, à l'aide de l'acide oxalique desséché, des mono-éthers oxydes des glycols primaires-tertiaires α est susceptible de fournir des aldéhydes. Il y a départ d'une molécule d'alcool, qui se combine à l'acide oxalique :



Les méthodes de déshydratation et d'isomérisation ont, comme on le voit, d'étroits rapports entre elles. Leur intérêt, au point de vue théorique, est très grand; mais, au point de vue pratique, elles emploient, en général, comme matières premières, des substances trop peu répandues pour pouvoir servir de base à des procédés de préparation.

§ 5. — Méthodes par oxydation et déshydrogénation.

La déshydrogénation des alcools primaires est le procédé fondamental d'obtention des aldéhydes;

c'est lui qui leur a donné ce nom. Döbereiner d'abord, J. Liebigt, et enfin A. Pfeiffer, employant comme agents de déshydrogénation, ceux-là le noir de platine, le chlore, le bichromate de potassium additionné d'acide sulfurique, celui-ci l'acide chromique, firent principalement porter leurs efforts sur l'alcool ordinaire.

Plus récemment, Schwartz, étudiant les résultats de l'oxydation de divers alcools, constata que les produits secondaires, qui prennent toujours naissance en quantité importante dans ces opérations, sont des acétals et des acides dans les cas des alcools méthylique et éthylique, des acides et des éthers dans le cas des autres alcools, et même des acétonés dans certains cas spéciaux.

MM. Fossek, Roussel et Bouveault ont, d'autre part; montré qu'on peut diminuer la quantité de ces produits secondaires en ayant soin de toujours maintenir le corps à oxyder en excès, par rapport à l'oxydant, ce qui est réalisé lorsqu'on fait tomber le réactif oxydant dans l'alcool. Tant que l'aldéhyde est assez volatile pour distiller, grâce à l'élévation de température produite par la réaction, le rendement est satisfaisant; ainsi, il est encore de 50 % dans la préparation de l'aldéhyde isovalérique. Dès qu'au contraire, par suite de l'élévation du poids moléculaire, l'aldéhyde devient difficilement entraînable par la vapeur d'eau, elle est oxydée en acide qui, au contact de l'excès d'alcool, est étherifié. Avec l'alcool décylé normal et le mélange chaud d'acide sulfurique étendu et de bichromate alcalin, on obtient presque exclusivement du décanoate de décyle. Nous n'avons pu arriver à un rendement de 25 % en aldéhyde qu'en employant l'acide chromique en milieu acétique soigneusement refroidi.

On a cherché à déshydrogéner les alcools primaires à l'aide de réactifs différents de ceux dont nous venons de parler, et, entre autres, à l'aide des gaz tels que l'air, le chlore, l'anhydride azoteux, le peroxyde d'azote et l'ozone.

L'air chaud, en présence d'un corps poreux (métal, oxyde ou coke), qui donne d'excellents résultats lorsqu'il s'agit de préparer l'aldéhyde formique, semble malheureusement inapplicable avec les autres alcools; il en est de même du chlore. L'anhydride azoteux et le peroxyde d'azote peuvent être employés, mais donnent de mauvais rendements. Quant à l'emploi de l'ozone, tout récemment préconisé par M. Harries, il constitue une méthode très intéressante en principe, mais insuffisamment généralisée jusqu'à présent pour qu'on puisse en apprécier la valeur pratique.

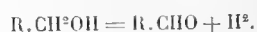
À côté des méthodes précédentes, une autre, qui découle d'un principe très différent, mais qui, par sa nouveauté et sa simplicité, offre le plus

grand intérêt, est celle de MM. P. Sabatier et J. Senderens.

Tous les procédés d'oxydation déshydrogèneront avec formation et départ d'eau :



Or, on conçoit qu'on puisse également déshydrogéner sans oxyder, de façon à ce qu'il y ait simplement départ d'hydrogène :



MM. Sabatier et Senderens, tenant compte de ce fait bien connu que la pyrogénéation des alcools donne naissance à une certaine quantité d'aldéhyde, ont transformé cette vague observation en une méthode de préparation appelée à rendre de grands services.

En faisant passer les vapeurs des alcools primaires, à des températures variables pour chacun d'eux, mais comprises entre 200 et 300°, sur du cuivre pulvérulent et fraîchement réduit, ils ont provoqué le dédoublement très net de ces alcools en hydrogène et aldéhydes. Le procédé, qui est excellent pour les premiers termes de la série, devient moins bon pour les alcools plus compliqués; son emploi semble particulièrement indiqué pour la préparation de l'aldéhyde isobutylique, si pénible à obtenir par les méthodes d'oxydation.

La décomposition des alcools en aldéhydes et hydrogène par pyrogénéation catalytique a fait aussi le sujet de recherches plus récentes de M. Ipatief. Ce savant, qui opère avec des oxydes variés et à des températures plus élevées que celles qu'emploient les deux auteurs précédents, obtient également des résultats intéressants; mais, pour une préparation proprement dite, sa méthode est loin d'avoir les avantages de celle de MM. Sabatier et Senderens.

L'oxydation des alcools primaires peut encore être réalisée d'une manière médiate; c'est ce qui arrive si on les transforme d'abord en hydrocarbure nitré, éther nitreux ou éther nitrique. Nef a montré que le nitréthane sodé était décomposé par l'acide sulfurique avec formation d'aldéhyde.

Nous avons nous-même cherché à produire rationnellement des aldéhydes en décomposant les *éthers nitreux* ou *nitriques* à l'état naissant; mais nous n'avons obtenu de ce côté que des résultats nuls ou médiocres, les moins mauvais en faisant tomber dans un alcool refroidi des cristaux des chambres de plomb.

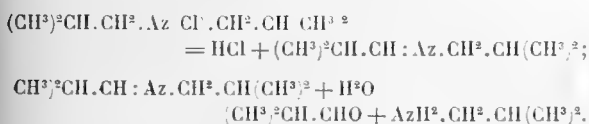
D'autres auteurs n'ont pas craint de chercher plus loin encore la solution du problème: ils ont soumis à l'oxydation *des hydrocarbures éthyléniques* et *des amines*, c'est-à-dire des corps qui ne possèdent plus la fonction alcool.

Bien qu'il semble *a priori* que l'oxydation des hydrocarbures éthyléniques à double liaison terminale doive donner naissance à des aldéhydes, on n'obtient, sauf dans le cas de l'éthylène, que des acétones (Berthelot) :



De ce côté, comme tout à l'heure à propos de l'hydratation des hydrocarbures acétyléniques, l'échec est donc complet.

Les tentatives d'oxydation des amines ont eu plus de succès. Depuis longtemps, Carstanjen a fait voir que l'éthylamine, oxydée par le permanganate de potasse, donne l'aldéhyde ordinaire. Plus récemment, M. Berg a préparé des aldéhydes à l'aide des amines disubstituées grâce à un processus analogue. Ainsi, la di-isobutylamine, traitée par les hypochlorites, fournit la diisobutylchloramine, que la potasse transforme en isobutylidène-isobutylamine; cette dernière est à son tour aisément dédoublée par les acides minéraux étendus en isobutylamine et aldéhyde isobutylique :



Malheureusement, de pareilles opérations sont longues et peu avantageuses; aussi la conclusion qu'on peut tirer de ce qui précède est que, de tous les procédés d'oxydation connus, les deux plus pratiques sont encore le procédé à l'acide chromique et celui de MM. Sabatier et Senderens.

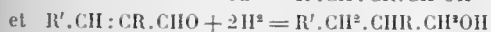
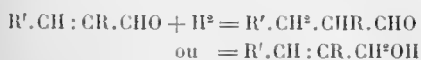
§ 6. — Méthodes par hydrogénation.

On a obtenu des aldéhydes saturées par l'hydrogénation des aldéhydes $\alpha\beta$ non saturées.

M. Lieben et ses élèves ont trouvé qu'au contact des alcalis étendus les *aldéhydes à radical primaire* $R-CH^2-CHO$ se condensent, soit entre elles, soit avec d'autres, pour donner des aldéhydes $\alpha\beta$ non saturés :



Ces dernières, hydrogénées en solution acide, soit au moyen du zinc ou de l'amalgame de sodium et de l'acide sulfurique, soit au moyen de la limaille de fer et de l'acide acétique, se transforment en un mélange d'aldéhyde saturée, d'alcool non saturé et d'alcool saturé :

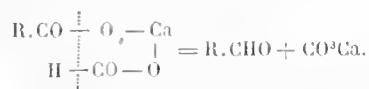


La multiplicité des produits qui se forment dans cette hydrogénation exclut la possibilité d'un fort

rendement pour chacun d'eux. Mais l'ensemble des deux procédés de condensation et de réduction constitue la première méthode synthétique qui ait été publiée et, par surcroît, une des plus intéressantes que l'on connaisse. Il suffirait peut-être de la faire bénéficier des perfectionnements que lui ont récemment apportés MM. Fischer et Hoffa¹, à propos de l'obtention de l'aldéhyde hydrocinnamique, pour lui voir prendre une importance de premier ordre.

L'hydrogénation des *acides* eux-mêmes n'a jamais pu être réalisée directement, mais on a été plus heureux avec leurs sels.

Depuis longtemps, Limpricht, et ensuite Piria, en calcinant les sels de calcium des acides gras avec le formiate de calcium, ont préparé les aldéhydes correspondantes :



Cette manière de faire fut modifiée par M. Bough, qui remplaça le formiate par l'oxalate de calcium, puis par M. Krafft, qui améliora les rendements dans le cas des acides à poids moléculaire élevé, en opérant la pyrogénéation dans le vide et en substituant les sels de baryum à ceux de calcium.

Cette méthode, dont l'inconvénient est de ne donner que de faibles rendements et des produits d'une purification difficile, n'en présente pas moins un intérêt considérable : d'abord parce qu'elle part des acides, c'est-à-dire de la plus répandue des matières premières, et surtout parce qu'elle a servi de base aux mémorables travaux de MM. Lieben et Rossi, qui ont permis d'établir, par la synthèse, la constitution des alcools primaires, des aldéhydes et des acides normaux jusqu'aux termes C⁷.

La première idée de réduire un *chlorure d'acide* revient à M. Lippmann, qui obtint l'alcool benzylique en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique sec dans du chlorure de benzoyle recouvrant de l'amalgame de sodium liquide.

M. Linnemann, en remplaçant le chlorure par l'anhydride, put obtenir les alcools éthylique, propylique et butylique, ainsi qu'une trace d'éthanal. M. Saytzeff améliora la méthode en employant le chlorure d'acide mélangé à l'acide lui-même et à l'acide acétique cristallisable; mais il fit porter ses expériences sur un chlorure d'acide qui, dans ces conditions, ne donne précisément pas d'aldéhyde.

¹ Pour obtenir l'aldéhyde hydrocinnamique, MM. Fischer et Hoffa transforment l'aldéhyde en acétal, hydrogènent ce dernier au moyen du sodium et de l'alcool, et hydrolysent enfin l'acétal hydrogéné.

M. A. Baeyer constata qu'en traitant le chlorure de valéryle par l'amalgame de sodium et l'acide oxalique, on réalise la formation d'aldéhyde valérique, d'acide valérianique et de valérianate d'amylo, c'est-à-dire « des mêmes produits que donne l'oxydation de l'alcool amylique ».

Le procédé préconisé par M. Saytzeff ne fut à notre connaissance appliqué qu'une seule fois par M. Tissier, qui prépara ainsi deux corps nouveaux : l'alcool triméthyléthylrique (CH³)₃C.CH²OH et l'aldéhyde correspondante.

Dans le même ordre d'idées, il faut enfin signaler que M. Freundler a obtenu récemment les aldéhydes éthylique et butylique en traitant, par un couple zinc-cuivre formé par réduction au moyen de l'hydrogène, les chlorures d'acides dissous dans l'éther anhydre. M. Freundler attribue la formation d'aldéhyde à la présence d'hydrogène occlus.

II. — MÉTHODES PAR DÉGRADATION OU ANALYTIQUES.

Ces méthodes peuvent s'appliquer à deux séries de corps : aux acides-alcools secondaires et aux hydrocarbures non saturés.

Les acides-alcools secondaires α sont susceptibles de donner des aldéhydes en diverses circonstances : soit, par exemple, lorsqu'on les soumet à une décomposition pure et simple, soit encore lorsqu'on les oxyde avec ménagement.

La décomposition des acides-alcools α donne les aldéhydes avec de l'acide formique ou les produits de destruction de ce dernier :

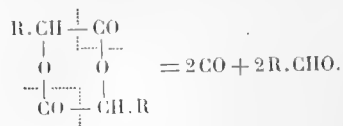


En présence de certains oxydants doux, l'aldéhyde est accompagnée d'acide carbonique :



La décomposition pyrogénée de l'acide lactique CH³—CHOH—CO²H et de son sel de cuivre ont fourni à Engelhardt de l'aldéhyde ordinaire. De même, l'action de l'acide chlorhydrique sous pression ou celle de l'acide sulfurique plus ou moins étendu ont donné : avec l'acide glycolique de l'aldéhyde formique, avec l'acide lactique de l'aldéhyde ordinaire, et avec d'autres acides-alcools des aldéhydes plus compliquées (Pelouze, Heintz et Erlenmeyer).

Plus récemment, M. Blaise, qui a étudié avec grand soin la pyrogénéation des acides-alcools secondaires α, a constaté que, sous l'action de la chaleur, ces acides sont d'abord transformés en lactides, qui se décomposent ensuite en aldéhyde et oxyde de carbone sans qu'il se fasse d'acide formique :

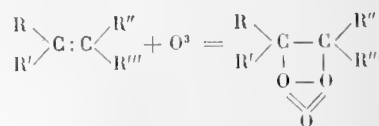


M. Blaise a même pu tirer de cette réaction une véritable méthode de préparation des aldéhydes de poids moléculaire élevé.

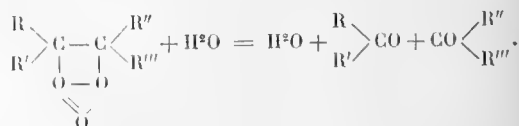
La méthode de dégradation par oxydation des acides-alcools a été employée d'abord par J. Liebig, qui obtint de l'aldéhyde en traitant l'acide malique par l'acide sulfurique et le bioxyde de manganèse. M. A. von Baeyer a régularisé ce procédé en remplaçant l'acide sulfurique par l'acide phosphorique et le bioxyde de manganèse par le bioxyde de plomb. Il put ainsi obtenir de l'aldéhyde isobutylique; mais, de leur côté, MM. Blaise et Guérin ont trouvé plus avantageux d'employer, pour la préparation de l'undécanal, l'acide sulfurique et le bioxyde de plomb.

Pour ce qui est de l'application des méthodes de dégradation aux hydrocarbures non saturés, on sait depuis longtemps que, sous l'action des réactifs oxydants, les hydrocarbures aromatiques non saturés sont coupés à l'endroit de la double liaison, et que cette scission donne une aldéhyde aromatique : ainsi on obtient la vanilline par oxydation de l'isoeugénol, en particulier au moyen de l'ozone. Cette intéressante observation vient d'être étendue à la série grasse par M. C. Harries. Cet auteur a pu préparer ainsi un certain nombre d'aldéhydes à fonction simple et à fonction complexe qui ont pris naissance par le mécanisme suivant :

Lorsqu'un courant d'oxygène fortement ozonisé passe dans un corps non saturé énergiquement refroidi, il y a fixation d'ozone et formation d'un ozonide extrêmement explosif :



Si l'on opère en présence d'eau et à la température ordinaire, l'ozonide se décompose, au fur et à mesure de sa formation, en eau oxygénée et deux molécules acétoniques (ou aldéhydiques si R et R' représentent un atome d'hydrogène) :



III. — MÉTHODES SYNTHÉTIQUES.

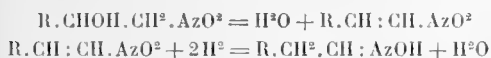
La première en date est celle de MM. Lieben et Zeisel, que j'ai déjà décrite comme méthode d'hy-

drogénation (page 373). Ce qui a empêché son extension, c'est que le résultat principal de l'hydrogénation des aldéhydes non saturés est non pas, comme on pourrait s'y attendre, la formation d'aldéhydes saturés, mais plutôt celle d'alcools.

Une autre méthode synthétique est celle que nous avons publiée récemment en collaboration, M. Wahl et moi, et qui permet de s'élever graduellement d'une aldéhyde grasse R.CHO à son homologue supérieure R.CH².CHO.

Ce procédé consiste à déshydrater, au moyen du chlorure de zinc en solution acétique, les produits de condensation des aldéhydes avec le nitrométhane, et d'hydrogéner ensuite par l'amalgame d'aluminium les hydrocarbures éthyléniques nitrés ainsi formés.

On obtient alors, avec la plus grande netteté, l'oxime de l'aldéhyde homologue supérieure :



En possession d'une semblable oxime, il est très facile de préparer par hydrolyse l'aldéhyde correspondant.

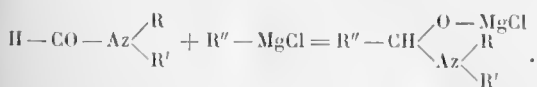
L'inconvénient de cette méthode est qu'elle exige comme matière première une aldéhyde. Il est évidemment beaucoup plus avantageux de partir d'un acide ou d'un alcool; la réaction de Grignard, qui emploie comme matière première les éthers halogénés des alcools, est venue fort à propos pour faciliter ces recherches.

Il s'agissait de transformer R.X en R.CHO.

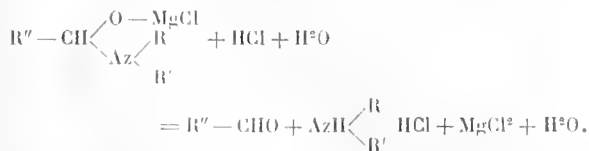
La transformation des nitriles en acétones suivant la méthode indiquée par M. Blaise (action des réactifs organo-magnésiens sur les nitriles) laissait présumer que la résolution du problème était possible; malheureusement, l'acide cyanhydrique, qui, en se condensant avec les dérivés magnésiens, devait conduire aux aldéhydes, décompose ces dérivés organo-métalliques comme le ferait le gaz chlorhydrique.

Il en est de même, comme l'a aussi constaté M. Béis, de la formiamide et, en général, de tous les dérivés de l'acide formique contenant un atome d'hydrogène lié à un atome d'oxygène ou à un atome d'azote.

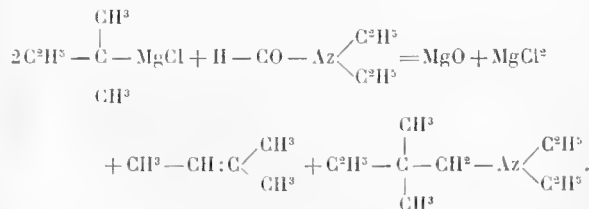
Les formiamides disubstituées, tant grasses qu'aromatiques, ont heureusement conduit au résultat cherché; elles réagissent suivant le schéma :



Quand on traite ensuite par les acides minéraux étendus, on a :



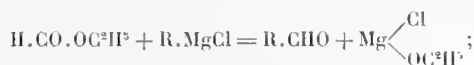
Ce processus n'a, d'ailleurs, lieu qu'avec les éthers halogénés des alcools primaires et secondaires; quant aux éthers des alcools tertiaires, nous avons réussi à en préparer les dérivés organo-magnésiens jusqu'alors inconnus, mais nous avons trouvé que ces dérivés ne se condensent d'une manière normale qu'avec l'acide carbonique. Quand on les traite par les formiamides disubstituées, il ne se fait qu'une quantité insignifiante d'aldéhyde, tandis que le produit principal de la réaction est formé d'hydrocarbure non saturé et d'une substance basique. Dans le cas du chlorure d'amylo tertiaire et de la diéthylformiamide par exemple, la réaction se passe suivant l'équation :



Le plus avantageux est de se servir des alcalamides grasses et particulièrement de la diéthylformiamide, assez facile à sécher et à purifier et très aisée à préparer par simple chauffage de molécules égales d'acide et de base.

Nous n'étions pas seul à chercher dans la réaction de Grignard la solution du problème de la préparation des aldéhydes. Peu de temps après notre publication, plusieurs autres méthodes ont vu le jour, basées également sur l'emploi du même réactif.

C'est ainsi que MM. L. Gattermann et F. Maffezoli ont pu obtenir des aldéhydes en condensant les dérivés organomagnésiens avec le formiate d'éthyle à une température voisine de -50° :

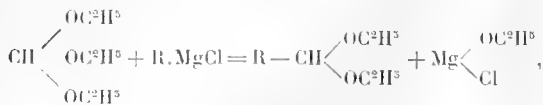


on sait qu'aux températures voisines de 0° il se fait exclusivement l'alcool secondaire R.CHOH.R.

M. Zelinski a trouvé que l'acide formique lui-même était capable de donner des aldéhydes avec les mêmes dérivés organométalliques. Il se fait d'abord le sel mixte H.CO.O.Mg.Cl, capable de réagir ensuite sur une nouvelle dose de réactif de Grignard.

MM. Bodroux et Tschitschibabin ont constaté simultanément que ces mêmes dérivés organo-

magnésiens se condensent avec l'orthoformiate d'éthyle en donnant un acétal :

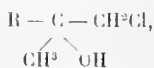


aisément hydrolysable en aldéhyde.

Dans le même ordre d'idées, il faut également signaler que la condensation des dérivés organomagnésiens avec l'éthoxyacétate d'éthyle, condensation réalisée simultanément par MM. Béhal et Sommelet et Palomaa, donne une série de glycols α primaires-tertiaires monosubstitués $\text{R}^2\text{C}(\text{OH}).\text{CH}^2\text{OC}^2\text{H}^5$. Les deux premiers auteurs seuls, par le chauffage avec l'acide oxalique desséché, ont transformé ces glycols en aldéhydes symétriques $\text{R}^2\text{CH.CHO}$.

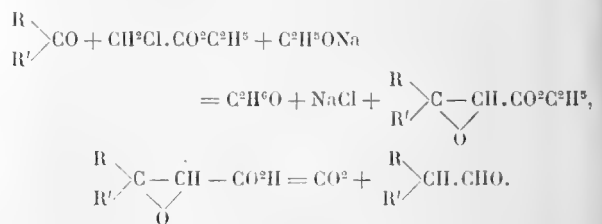
De même, la condensation de l'éthoxyacétonitrile avec un dérivé magnésien fournit une acétone $\text{R.CO.CH}^2.\text{OC}^2\text{H}^5$, condensable à son tour avec un second dérivé magnésien pour donner le glycol $\text{RR}'\text{C}(\text{OH}).\text{CH}^2\text{OC}^2\text{H}^5$, que le même acide oxalique transforme en une aldéhyde de formule dissymétrique $\text{RR}'\text{CH.CHO}$.

Enfin, en condensant les dérivés magnésiens avec la monochloracétone, M. Tiffeneau a obtenu des chlorhydrines de glycols :



que les méthodes classiques (chauffage avec de l'eau et de l'oxyde de zinc) transformeront sans doute en aldéhydes.

Pour terminer, je dirai quelques mots d'une dernière méthode synthétique, dont le principe est dû à Erlenmeyer, mais qui n'avait été appliquée par lui qu'à l'aldéhyde phénylacétique. Cette méthode vient d'être récemment exposée par M. Darzens et repose sur la condensation du chloracétate d'éthyle avec les acétones de la série grasse ou les aldéhydes aromatiques en présence de l'éthylate de sodium. On obtient ainsi des éthers-oxydes de glycols, dont la saponification doit, comme l'on sait, donner naissance à de l'acide carbonique et à une aldéhyde :



Les méthodes d'obtention des aldéhydes sont, comme on le voit, extrêmement nombreuses et variées. Les dernières venues se complètent d'une manière très heureuse. Grâce à elles, un certain nombre d'aldéhydes cesseront d'être des raretés de laboratoire pour devenir produits industriels.

L. Bouveault,
Professeur adjoint
à la Faculté des Sciences de Paris

REVUE ANNUELLE D'EMBRYOLOGIE

I. — PARTHÉNOGÉNÈSE NATURELLE ET ARTIFICIELLE.

Depuis 1901, époque à laquelle nous donnions ici l'état de cette question, de nouveaux essais de parthénogénèse expérimentale ont été faits. Bien qu'un excellent compte rendu de ces expériences récentes ait été donné ici même par Bohn¹, nous croyons devoir y revenir pour ceux qui suivent notre Revue d'Embryologie et pour compléter l'article de Bohn lui-même. C'est d'abord Bataillon² qui nous montre que les œufs vierges d'Amphibiens sont mis en mouvement par la chaleur comme par les solutions plasmolysantes; il a obtenu les meilleurs résultats avec une exposition de trente minutes à 33° environ. Dans ces conditions, dit-il, les œufs montrent des blastomères nucléés et des cytotblastomères.

Dans les zones en pleine activité, il y a des karyocinèses normales ou anormales, des cytasters (Wilson) ou astrosphères (Morgan), et des divisions de cytasters.

Cette année⁴, Bataillon nous montre des œufs de Lamproie donnant de très belles morulas sous l'influence de solutions de saccharose et de chlorure de sodium à 5 ou 6 %, de même que des œufs immatures de Crapaud se segmenter sous la seule action de l'eau ordinaire.

D'un autre côté, Treadwell³, faisant agir une solution à 2 % de chlorure de potassium sur des œufs de *Podarke obscura*, a montré qu'on obtenait ainsi des clivages de protoplasma seul (pseudo-clivages) à côté de clivages complets qui ne ressemblent pas, pourtant, aux phénomènes de la véritable segmen-

¹ G. BOHN : Influence du milieu extérieur sur l'œuf. *Rev. gén. des Sc.*, 15 mars 1904.

² E. BATAILLON : Nouveaux essais de parthénogénèse expérimentale chez les Amphibiens. *C. r. Ac. Sc.*, 21 avril 1902, p. 918-920.

³ BATAILLON : *C. r. Ac. Sc.*, t. CXXXVII, et *C. r. Soc. Biol.*, 7 mai 1904.

⁴ A.-L. TREADWELL : Notes on the nature of « Artificial Parthenogenesis » in the Egg of *Podarke obscura*. *Biologic. Bull.*, octobre 1902, p. 235-240 avec 12 fig.

tation. A côté de ces essais de parthénogénèse artificielle, il est intéressant de noter les expériences de W. Tonkoff¹, qui a voulu se rendre compte de l'influence du chlorure de sodium sur des œufs fécondés de *Triton taeniatus*. Tonkoff a vu ce sel ralentir le développement, en modifiant plus ou moins la segmentation suivant le degré des solutions : les solutions de 8 à 9 % arrêtent la segmentation avant la gastrulation ; celles de 1 % ne permettent que quelques clivages. Enfin, C. Viguier vient de faire paraître un nouveau Mémoire² qui semble devoir remettre tout en question pour ce qui concerne les expériences de parthénogénèse artificielle qui ont été faites dans ces dernières années, du moins sur les ovules d'Echinodermes. Il y a lieu de se demander, en effet, si les prétendues fécondations chimiques ne sont point, purement et simplement, des cas de parthénogénèse.

Déjà Greef³, en 1876, avait montré que l'œuf d'*Asterias rubens* pouvait présenter une parthénogénèse naturelle conduisant le développement jusqu'au stade gastrula. Malgré le nombre des observateurs qui étudiaient les phénomènes de la fécondation et du développement sur les œufs d'Echinodermes, le fait observé par Greef ne fut confirmé que quatorze ans après, par O. Hertwig, pour l'*Asterias glacialis*⁴. Or, il y a quatre ans, C. Viguier⁵ observa de son côté la parthénogénèse naturelle chez trois espèces d'oursin, appartenant à trois genres différents : *Sphærechinus*, *Toxopneustes* et *Arbacia*, et conduisant jusqu'au stade pluteus. Quelque temps après, un auteur italien, Ariola, venait également critiquer les théories de Lœb et montrer, quoique moins nettement que Viguier, la possibilité de développements parthénogénétiques naturels chez l'*Arbacia pustulosa*⁶.

Lœb répondit à ces auteurs en mettant en doute les résultats qu'ils avaient obtenus ; il s'attaque à la méthode de Viguier⁷ en parlant de fécondation

involontaire des œufs témoins, et suppose qu'Ariola a eu affaire à des parasites¹. Mais Ariola² et Viguier reviennent sur la question pour maintenir absolument leur manière de voir. Viguier³ n'a pu déterminer d'une façon précise les conditions suivant lesquelles se produit la parthénogénèse, mais il pense que ces conditions dépendent d'abord du degré de température de l'eau, et ensuite de l'âge de l'œuf pondu. Pour ce qui concerne la température, il a vu la parthénogénèse augmenter au fur et à mesure que la saison s'avance et s'arrêter avec le retour des basses températures ; pour ce qui concerne l'âge, ce seraient les œufs les plus âgés qui jouiraient de la faculté de se développer normalement sans fécondation.

Comme Greef l'avait vu pour l'*Asterias rubens*, comme Lœb l'avait signalé, du reste, dans ses expériences, le développement des œufs parthénogénétiques se fait un peu différemment que celui des œufs fécondés : ordinairement en retard sur ceux-ci, ils peuvent être aussi en avance. De plus, Viguier a remarqué que la fécondation d'œufs pouvant se développer parthénogénétiquement amenait un retard dans l'évolution de ces œufs ; le spermatozoïde jouerait donc ici un rôle inhibiteur analogue à celui de certains agents physiques, tel que celui de l'acide carbonique entre les mains de Delage. Du reste, tous les œufs d'un oursin ne se comportent pas de la même façon :

1° Les uns, même mûrs, ne donnent par fécondation que des larves non viables ;

2° D'autres ne donnent des larves viables qu'après fécondation ; sans l'action du spermatozoïde, ils ne donnent rien ;

3° D'autres ne donnent des larves qu'après avoir été fécondés parthénogénétiquement ; ils donnent des œufs moins avancés ;

4° D'autres donnent les mêmes larves viables qu'ils soient fécondés ou non ;

5° D'autres enfin ne se développent bien que parthénogénétiquement ; fécondés, ils sont retardés dans leur évolution.

Viguier conclut : « Si je n'ai pas encore pu déterminer les conditions précises de ces changements, leur apparition successive nous montre que les œufs passent par l'état fécondable avant d'arriver

künstliche Parthenogenese. *Arch. f. Entw. mech.*, 1902, t. XIII, p. 481-486.

¹ J. LÖB : Ueber die Einwände des Herrn Ariola gegen meine Versuche über künstliche Parthenogenese. *Arch. f. Entw. mech.*, 1902, t. XIII, p. 481-486.

² V. ARIOLA : La pseudogamia osmotica nei Batraci. *Arch. f. Entwicklungsm. d. Organismen*, 1903, t. IX.

³ V. ARIOLA : Le ipotesi nella partenogenesi sperimentale e la fecondazione normale. *Atti della Società Ligustica di Scienze natur.*, 1903, t. XIV, 11 p.

⁴ VIGUIER : *Loc. cit.* et *Rev. gén. des Sc.*, 30 mai 1904, p. 475.

¹ W. TONKOFF : Ueber den Einfluss von Kochsalzlösungen auf die erste Entwicklung des Tritoneies. *Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXII, 1903, p. 129-137, avec 1 pl.

² C. VIGUIER : Contribution à l'étude des variations naturelles ou artificielles de la parthénogénèse. *Ann. des Sc. nat. (Zoologie)*, 1903, t. XVII, p. 1-141, avec 2 pl.

³ GREEF : Ueber den Bau und die Entwicklung der Echinoderme, 3^{te} Mit. I. Parthenogenese bei den Seesternen. *Sitzungsber. der Ges. zur Beförd. der ges. Naturwiss. zu Marburg*, mai 1876 (cité par Viguier, p. 2).

⁴ O. HERTWIG : Experimentelle Studien am thierischen Ei. *Jen. Zeitschr.*, 1890, t. XIV (cité par Viguier).

⁵ C. VIGUIER : Fécondation chimique ou Parthénogénèse? *Ann. des Sc. nat. (Zool.)*, 1900, t. XII.

⁶ V. ARIOLA : La natura della Partenogenesi nell' *Arbacia pustulosa*. *Atti della Soc. Ligustica di Scienze natur. e geografiche*, 1902, t. XII, 12 p. et 1 pl.

⁷ J. LÖB : Experiments on artificial parthenogenesis in Annelids (*Chaetopterus*) and the nature of the process of fertilization. *Am. Journ. of Phys.*, t. V, 1901, p. 423-459.

⁸ *Id.* : Ueber Methoden und Fehlerquellen der Versuche über

à l'état parthénogénétique ». Mais l'ordre des changements que nous donne ici l'auteur correspond-il bien à l'évolution physiologique normale des œufs d'oursin; autrement dit, les œufs n° 1 sont-ils toujours des œufs jeunes, les n° 3 toujours des œufs âgés? Viguié le dit sans le démontrer. Or, il peut se faire aussi que les différences dans la potentialité des œufs correspondent à des différences originelles dans leur nature chimique et non à des stades différents de leur évolution; il est facile de constater, en effet, que, dans un même ovaire, dans une même ponte, les ovules, tout en présentant les mêmes caractères physiques, sont loin d'avoir la même vitalité.

D'un autre côté, Viguié s'avance peut-être un peu trop lorsqu'il dit que sa conception particulière est « d'accord avec les faits de parthénogénèse saisonnière connus chez beaucoup d'animaux », car, là encore, il faudrait déterminer auparavant le point de départ de l'évolution ontogénétique; si nous faisons commencer celle-ci au début de l'année, au printemps, nous voyons, au contraire, la parthénogénèse précéder la reproduction sexuée. Et c'est ainsi que Lichtenstein, à la suite de ses belles recherches sur le Phylloxera, concluait que l'apparition de l'individu sexué vient terminer le cycle du développement.

Quoi qu'il en soit, et pour revenir à notre sujet, on peut se demander, en présence des résultats opposés obtenus par Viguié et par les savants américains, la bonne foi d'aucun d'eux ne pouvant être mise en doute, si vraiment les uns et les autres se sont toujours mis dans des conditions d'expérience identiques. Et quant aux réactifs nombreux qui ont été employés pour obtenir des développements, nous pensons qu'ils agissent seulement en augmentant le pouvoir parthénogénétique, qui, pour nous, existe naturellement, au moins en puissance, chez tous les œufs. C'est du reste la conclusion à laquelle arrive Delage à propos de l'œuf d'*Asterias glacialis*¹.

II. — RECHERCHES NOUVELLES SUR LA FÉCONDATION.

Les facteurs qui agissent dans la rencontre des deux éléments fécondants continuent toujours à occuper les biologistes. Reginald Buller reprend la question dans un important travail consacré surtout à l'étude de la fécondation chez les œufs d'Echinoïdes². Voici ses principales conclusions : La

rencontre des spermatozoïdes avec la surface de la zone pellucide est une affaire de chance et non de chimiotaxie. Le nombre d'œufs et de spermatozoïdes produits, la mobilité de ces derniers, les courants marins, sont là des facteurs tout à fait suffisants pour amener la rencontre des éléments.

Le passage du spermatozoïde à travers la zone pellucide, observé principalement dans le genre *Echinus*, est plus ou moins en direction radiaire. Ce phénomène peut être dû à une stéréotaxie, mais une explication purement mécanique semble plus probable à Buller.

Les spermatozoïdes étudiés ne semblent réellement pas sensibles aux influences chimiques, tonotactiques (de τόνος, tension) ou héliotactiques (de ἥλιος, soleil). On a fait là des généralisations trop hâtives de ce qu'on a vu dans certaines plantes.

Comme Massart, chez la Grenouille, et Dewitz, chez des Insectes, Reginald Buller a vu que les spermatozoïdes des Echinoïdes se collent facilement par la pointe de leur tête conique aux verres porte et couvre-objet, ainsi qu'à d'autres surfaces. Ce phénomène joue sans doute un rôle dans leur attache à la zone pellucide et dans leur cheminement à travers son épaisseur.

La pénétration et la destinée du spermatozoïde ont été suivies dans ces dernières années par Conklin, Van der Stricht, Magini et Brachet.

Conklin a vu en 1901, chez la *Crepidula*³, que la tête et la pièce moyenne du spermatozoïde entrent seules dans l'œuf; cette entrée se fait pendant la prophase de la formation du premier globule polaire. Le spermatozoïde s'avance dans l'intérieur du cytoplasme en laissant derrière lui une trace de son passage; pendant ce temps, sa tête se transforme en pronucleus et sa pièce moyenne se résout en un grand nombre de granules fortement colorables. Au moment de l'anaphase de la seconde maturation ovulaire, des radiations cytoplasmiques apparaissent autour des granules de la pièce moyenne; de la sorte se constitue une sphère mâle, semblable à celle qui se forme au même moment dans l'œuf.

Chaque sphère reste en contact avec son noyau correspondant et, lorsque les deux noyaux germinatifs sont arrivés au contact l'un de l'autre, les deux sphères se fusionnent en une masse granuleuse qui forme une aire plus sombre autour des noyaux sexuels. Dans l'intérieur de cette aire, les deux centrosomes se divisent bientôt, puis un faisceau central apparaît entre eux et le premier clivage de l'œuf commence.

Conklin reconnaît maintenant qu'il n'y a pas de « quadrille des centres », comme il l'avait encore

¹ Y. DELAGE : Nouvelles recherches sur la parthénogénèse expérimentale chez l'*Asterias glacialis*. *Arch. Zool. exper.*, 1902, t. X, p. 213-235.

Voir la suite de ces expériences, *Id.*, 1904, II.

² A.-H. REGINALD BULLER : Is Chemotaxis a Factor in the Fertilization of the Eggs of animals? *Quart. Journ. of micros. Sc.*, 1902, t. XLVI, p. 145-176 avec 4 fig.

³ Voir *loc. cit.*, dans notre Revue de 1901, *Rev. gén. des Sc.*, 1901, p. 1130.

admis en 1894. Ce qui l'avait induit en erreur, dit-il, c'était une lobulation ou même une fragmentation de la sphère qui se produisent dans certains cas. D'un autre côté, ajoute-t-il, il est de toute évidence que les centrosomes qui président au clivage de l'œuf ne dérivent pas exclusivement du noyau mâle ou du noyau femelle, mais que l'un provient bien de la sphère de l'œuf, alors que l'autre dérive de la sphère spermatique.

La pénétration du spermatozoïde dans l'œuf des Mammifères n'avait été observée jusqu'ici que par Sobotta et Tafani; elle vient de l'être de nouveau par Van der Stricht¹ dans l'œuf d'une Chauve-souris (*V. noctula*).

Chez cette espèce, un premier globule polaire est toujours expulsé à l'intérieur de l'ovaire, avant l'ovulation; c'est au stade du second fuseau de maturation que l'ovule tombe dans la trompe, où il va bientôt expulser un second globule polaire. A ce moment, l'ovule est entouré de sa zone pellucide et d'un amas épais de cellules folliculaires correspondant au disque prolifère. C'est à travers cet épithélium ovulaire que le spermatozoïde se fraie alors une voie pour arriver en contact avec l'ovule mûr. Dans une communication ultérieure (*loc. cit.*, 1903), Van der Stricht dit qu'il lui a été donné d'observer deux fois un joli cône d'imprégnation, existant au niveau du pôle d'expulsion des globules polaires. Ce cône, formé par un soulèvement du vitellus, est constitué par une substance claire, homogène, d'une structure différente de celle du vitellus plastique voisin. Il renferme la tête du spermatozoïde. Celui-ci entre tout entier à l'intérieur de celui-là et sa queue persiste très longtemps à côté de la tête transformée en pronucleus. Van der Stricht remarque que la pénétration du spermatozoïde peut se faire au pôle où se détachent les globules polaires de même qu'au pôle opposé, et probablement à tout autre endroit de la surface de l'ovule. La tête ne paraît pas subir une rotation de 180°, analogue à celle décrite lors de la fécondation d'autres œufs. Quand le spermatozoïde pénètre par le pôle végétatif, il n'y reste que très peu de temps. Rapidement, dit Van der Stricht (1903), la tête se déplace en se transformant légèrement, pour atteindre le centre de l'œuf. Van der Stricht a observé également la migration du jeune pronucleus femelle vers le pôle animal. A ce moment, le vitellus plastique s'accroît toujours de manière à envelopper les noyaux sexuels.

Le trajet suivi par le spermatozoïde dans l'œuf de grenouille, depuis la surface jusqu'à sa rencontre avec le pronucleus femelle, est indiqué par

une trainée noire que l'on considère comme des grains de pigment entraînés de la surface. Il est plus probable que cette pigmentation se forme sur place et est déterminée par le contact même du spermatozoïde; c'est, du moins, ce que nous suggère cette conclusion du Mémoire de Brachet (1902), que nous analysons en partie autre part : « ... Tout cela indique que la pigmentation, dans l'œuf des Amphibiens, est une des manifestations extérieures de l'activité normale, une des formes sous lesquelles les matériaux ovulaires réagissent vis-à-vis des formes internes et externes qui sont la cause directe de l'ontogénèse et qui la dirigent » (p. 230). Ajoutons que Brachet a vu que cette trace se trouve exactement dans le plan de symétrie de l'œuf fécondé⁴.

Les recherches nouvelles dont nous avons rendu compte plus haut semblent donc indiquer que les

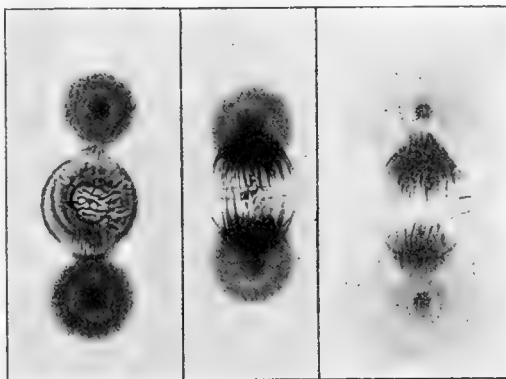


Fig. 1. — Production, par diffusion, de trois ensembles de figures rappelant trois phases différentes de la karyokinese (d'après trois photographies de Leduc).

gonades se rencontrent et se fusionnent sous l'influence d'actions purement physiques. Ces actions ne sont pas encore réellement connues. Des expériences bien curieuses de Leduc² remettent en avant la théorie des « champs de force » de Faraday pour expliquer l'attraction des deux pronucleus mâle et femelle et la division cinétique qui succède immédiatement à cette attraction; certaines des photographies de Leduc montrent, en effet, des cellules artificielles et des cristaux de nitrate de potasse, par exemple, qui, mis en contact, se comportent physiquement comme les

¹ A. BRACHET : Sur les relations qui existent chez la Grenouille entre le plan de pénétration du spermatozoïde dans l'œuf, le premier plan de division, et le plan de symétrie de la gastrula. *C. R. Assoc. des Anat.*, 1903, Liège, p. 111-114.

² Une partie des travaux de Leduc se trouvent dans la thèse d'un de ses élèves : BÉLIAKOFF, Rôle biologique des sels, Paris et Nantes, 1903. Voir également. S. LEDUC : Diffusion des liquides; son rôle biologique. *C. r. Ac. des Sc.*, 3 déc. 1901.

⁴ O. VAN DER STRICHT : Le spermatozoïde dans l'œuf de Chauve-souris (*V. noctula*). *Verhandl. der Anatom. Gesells. in Halle*, avril 1902, p. 163-168, avec 1 fig.

deux pronucleus de l'œuf; d'un autre côté, dans le phénomène biologique de la karyocinèse, on voit apparaître dans le protoplasma des figures analogues aux spectres des champs magnétiques.

Nous reproduisons ici, à titre documentaire (fig. 1), des photographies inédites que M. Leduc nous a complaisamment envoyées. Ce sont des photographies de figures obtenues par diffusion de deux substances différentes mises au contact l'une de l'autre et dont l'aspect rappelle trois phases successives de la karyocinèse : la formation des chromosomes, le fuseau et la division du noyau.

La ressemblance entre les deux ordres de phénomènes est évidemment très grande. Mais cela ne veut pas dire qu'il y a identité, et, comme l'avait déjà fait remarquer Giardina¹, une des erreurs communes à toutes les théories des centres de force est de considérer le fuseau aussi bien que l'aster de la figure mitotique comme des portions constituantes d'un seul et unique système, comparable à celui des lignes de force dans les champs magnétiques. Tandis que des études plus récentes montrent que le fuseau est formé par la substance nucléaire, elles montrent également, à mon sens, qu'il s'agit, au contraire, de deux systèmes dynamiques, centrés l'un et l'autre à l'intérieur des centrosomes, mais distincts de ces derniers : l'aster, expression des rapports entre les centres et le cytoplasma, et le fuseau, expression de la relation entre les centres et le noyau.

Quoi qu'il en soit, il semble bien que des phénomènes chimiques accompagnent également l'acte de la fécondation. La « mêlée sexuelle » dont parle Léger² dans sa description si intéressante de la fécondation chez certaines Grégarines nous semble démonstrative à cet égard. Chez ces animaux, on voit, à un certain moment de leur existence, deux individus s'accoupler dans une enveloppe commune; Léger a vu que l'un de ces individus donnait des éléments mâles, l'autre des éléments femelles.

On peut donc les considérer respectivement comme mâle et femelle; mais il est difficile, en général, de distinguer sur eux des caractères sexuels secondaires. Léger et Duboscq³, cependant, ont montré que la grégarine mâle se distingue, dès le début de l'enkystement, par des caractères cytologiques spéciaux, notamment par la présence de cordons musculoïdes du côté du plan d'accolement. Dans d'autres types, on voit l'individu femelle

prendre un plus grand développement et déprimer l'individu mâle.

Les éléments sexuels se forment ici par la multiplication continue du noyau primitif, puis par l'émigration de ces noyaux secondaires à la périphérie du corps grégarinien, enfin par l'individualisation, autour de chaque noyau secondaire, d'une certaine partie de la masse du corps grégarinien. C'est le *stade de perlage* de l'auteur (fig. 2), dont chaque perle représente un gamète encore indifférencié. A ce stade, il est presque impossible de distinguer la grégarine mâle de la femelle; mais bientôt se produit la différenciation sexuelle, et cela sans qu'on assiste jamais à aucune réduction chromatiqueréelle dans une des chambres du kyste. Dans celle qui contient la grégarine femelle, par exemple (fig. 3, *f*), chaque petite perle hyaline grossit pour se transformer directement en un œuf. Dans l'autre chambre,

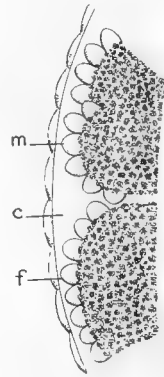


Fig. 2.

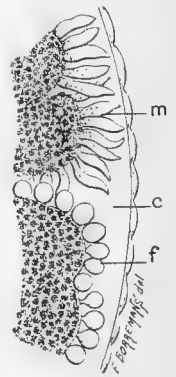


Fig. 3.

Fig. 2. — Portion du kyste de *Stylosynchus oblongatus* (Haum) à la fin du stade de perlage.
Fig. 3. — Id., vers la fin de la différenciation sexuelle. — *m*, chambre mâle; *f*, chambre femelle; *c*, couloir mitoyen (d'après Léger).

celle qui contient par conséquent la grégarine mâle, chaque gamète s'allonge radialement (*m*) de manière à former un petit spermatozoïde qui finit par se détacher du corps générateur. Les éléments sont de deux sortes : les uns, très grands et fusiformes, sont des éléments stériles et dégénératifs; les autres, beaucoup plus nombreux, sont plus courts et piriformes et représentent les éléments fertiles.

Par leurs mouvements propres, ces deux sortes de spermatozoïdes, mis en liberté dans la chambre mâle, se dirigent bientôt avec une merveilleuse précision vers la chambre femelle, sans doute sous l'action d'une substance attractive sécrétée par les œufs au moment de leur maturité.

Mais les éléments femelles ne semblent pas exercer une vive attraction sur les gros spermatozoïdes fusiformes, tandis qu'au contraire les spermatozoïdes piriformes se montrent beaucoup plus sensibles. « On les voit, en effet, parcourir les groupes

¹ A. GIARDINA : Note sul meccanismo della fecondazione e della division cellulare, studiato principalmente in uova di Echini. *Anat. Anz.*, 1902, t. XXI, 561-581, avec 4 fig.

² L. LÉGER : La reproduction sexuée chez les *Stylosynchus*. *Arch. f. Protistenkunde*, 1904, 303-357, 2 pl. et 8 fig.

³ LÉGER et DUBOSQ : La reproduction sexuée chez *Pteroccephalus*. *Arch. Zool. exp.*, notes, 1903 (4).

d'œufs, les tâtant de la rostre mobile pour faire leur choix. Souvent un œuf est fixé au bout du rostre (fig. 4, I), entraîné quelque temps, puis abandonné pour être remplacé par un autre. » Finalement l'œuf, glissé le long du rostre, vient s'accoler latéralement à la partie antérieure du corps du spermatozoïde, où on le voit encore quelque temps sous forme d'une saillie arrondie (fig. 4, II); puis les deux éléments se fusionnent en une seule masse arrondie, et la fécondation est terminée.

C'est surtout lorsque le spermatozoïde est entré dans l'œuf que l'on voit nettement se produire des phénomènes chimiques. Déjà en 1883, Édouard Van Beneden¹ avait vu que les spermatozoïdes libres d'*Ascaris megalocephala* ne prennent pas le carmin picrique ou boracique ni la fuchsine, alors qu'ils se colorent entièrement en rose sous l'action de ces substances lorsqu'ils sont entrés dans l'œuf.

Magini², étudiant à nouveau les phénomènes intimes de la fécondation chez l'*Ascaride*, arrive à un

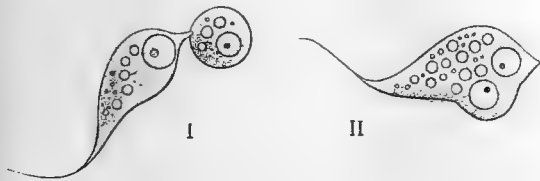


Fig. 4. — Rencontre des deux gamètes de *S. oblongatus* (I) et début de la copulation (II) (d'après Léger).

certain nombre de conclusions dont voici les principales :

Dès le moment où le spermatozoïde est arrivé dans le vitellus ovulaire, il se forme en lui des changements qui ne consistent pas toujours, ni seulement, en des affinités nouvelles pour les matières colorantes. Ces changements sont complexes, d'ordre chimique, et intéressent aussi bien la matière protoplasmique que la substance chromatique. Ainsi les colorants à fonction acide (rouge congo, fuchsine acide, éosine, aurantia) teignent seulement les spermatozoïdes une fois entrés dans l'œuf; il en est de même pour certains colorants à fonction basique : brun de Bismarck, bleu de méthylène, bleu Victoria, etc.

Ainsi, si l'on colore une coupe en même temps par la safranine et le bleu de méthylène, on voit les spermatozoïdes libres colorés en rouge et ceux qui sont dans l'œuf teints en bleu, au moins dans leur protoplasma. Il en résulte que les spermatozoïdes, présentant au même moment une double fonction

acide et basique, se comportent dans l'œuf comme les peptones⁴.

Cette double fonction peut s'expliquer par l'action d'un ferment protéolytique ovulaire, qui viendrait peptoniser les matières albuminoïdes constituantes du protoplasma des spermatozoïdes. Et, en effet, on voit en réalité cette portion corticale subir un ramollissement et une dissolution progressive, formant ce que Carnoy et Lebrun ont appelé la *plage de fusion* et d'autres auteurs la *zone de détritins*.

Il faut remarquer, cependant, que certaines matières colorantes ayant une fonction basique, telles que le brun de Bismarck, le violet de méthyle, etc., ne sont pas fixées par les spermatozoïdes libres. Il est donc nécessaire que des recherches ultérieures viennent nous donner l'explication de ces exceptions.

Comment maintenant agit le spermatozoïde sur l'œuf? Est-ce à la façon d'un ferment, comme le pense Kulagin⁵? Est-ce en lui apportant des substances neutralisantes, des toxines ovulaires, comme les recherches que nous poursuivons en ce moment tendent à nous le faire croire? On ne sait encore rien de bien net à ce sujet.

Quoiqu'il en soit, la fécondation a pour premier effet d'arrêter les processus mortels de l'ovule.

Ce phénomène, disent Lœb et Lewis (*loc. cit.*), n'est pas sans analogie dans la matière vivante : nous savons, par exemple, qu'un apport d'oxygène diminue l'action fermentative des zymases; et les expériences de Spitzer (cité par Lœb et Lewis) semblent bien montrer que les noyaux contiennent des agents oxydants, les nucléoprotéïdes. Or les phénomènes vitaux qui suivent la fécondation consistent en une série de divisions cellulaires rapides, dans chacune desquelles les substances contenues dans le noyau se répandent au milieu du cytoplasme. Il est donc concevable, ajoutent Lœb et Lewis, que ces mélanges périodiques de substances nucléaires et cytoplasmiques peuvent modifier les processus chimiques de l'œuf et faire échouer celui de ces processus qui conduirait à la mort.

Cette explication n'est, certes, pas suffisante. Le spermatozoïde, lui aussi, est un élément qui va mourir s'il ne rencontre pas l'ovule déterminé³; or

¹ Les peptones, dit en effet Armand Gautier, jouissent du double caractère acide et basique, à la façon des albuminoïdes, mais bien plus accentué que chez ces derniers. En tant qu'acides, les peptones s'unissent aux alcalis et terres alcalines pour donner des peptonates solubles. En tant qu'alcaloïdes faibles, les peptones précipitent par les acides phosphotungstique et phosphomolybdique. A. GAUTIER : La chimie de la cellule vivante, p. 105.

² *Zoolog. Anz.*, 1894, XXI, 653-667.

³ Disons ici, à propos de la nocivité de l'eau douce sur les spermatozoïdes d'Oursins, que les récentes observations de Viguier et de Fischer ne sont pas concordantes.

C. Viguier (*loc. cit.*, p. 15) a vu que les spermatozoïdes

⁴ *Archiv. de Biolog.*, t. IV.

⁵ G. MAGINI : Sui cambiamenti microchimici e morfologici degli spermatozoide e delle cellule ovariche nella fecondazione. *Bullet. della reale Accad. med. di Roma*, 1902, t. XXVIII, p. 237-260, avec 1 pl.

il trouve déjà dans le cytoplasma ovulaire des conditions telles qu'il peut continuer sa vie cellulaire.

Pour R. Hertwig¹, tout le mystère de la fécondation se réduirait à une sorte de régulation dans les rapports volumétriques du protoplasma et du noyau. Hertwig avance d'abord cette idée que ce rapport doit être constant pour une espèce déterminée. Or, dans une cellule quelconque, dans l'œuf en particulier, la nutrition a pour conséquence de troubler cette constance : le noyau tendant, par exemple, à se développer aux dépens du protoplasma.

Le rôle du spermatozoïde serait alors de venir rétablir l'équilibre vital, en remaniant la cellule mourante, comme le font, chez les Protozoaires, l'enkystement ou la conjugaison ; il déterminerait une activité nouvelle des échanges entre le noyau et le protoplasma, échanges qui se traduisent surtout, pour Hertwig, par une excréation, dans le protoplasma, d'une certaine quantité de granules de substances chromatiques provenant du noyau (chromidies ou système chromidial).

III. — LA GASTRULATION DES VERTEBRES.

Depuis plusieurs années, de nombreux et importants travaux d'embryologie ont été consacrés aux premières phases du développement des Vertébrés. Ce sont d'abord et avant tout les recherches de Mitrophanow, professeur à l'Université de Varsovie, et celles de son élève J. Tur.

Les premiers travaux de Mitrophanow² sur ce sujet lui ont permis d'abord de ramener à quatre types les différentes formes de gastrulation des Vertébrés :

1° Le type de l'Amphioxus ou type primitif (archigastrula) ;

2° Le type des Amphibiens, qui dérive du précédent et qui comprend l'amphigastrula des Cyclostomes, des Ganoïdes, des Dipnoïques et des Amphibiens ;

3° Le type discogastrula des Sélaciens et des Téléostéens, qui, pour Mitrophanow, constitue un type à part, ne formant pas trait d'union avec le suivant ;

de *Toxopneustes* et d'*Arbacia*, immergés dans l'eau douce pendant deux ou cinq minutes, perdaient de très bonne heure leur faculté fécondante, alors que, dans les mêmes conditions, Fischer dit avoir conservé du sperme d'*Arbacia*, capable de féconder des œufs frais, pendant des temps variant de vingt-quatre à cent trente-trois heures et demie (FISCHER : *Am. J. of Physiol.*, 1903, t. VIII, p. 431, cité par Viguier).

¹ R. HERTWIG : Ueber Wesen und Bedeutung der Befruchtung. *Sitzungsber. Math. Phys. Cl. Ak. Wiss. München*, 1902, t. I, 57-73, et *Biolog. Centralbl.*, 1903, t. XXIII.

² Ueber den Gastrulationsvorgang bei den Amnioten. *Verhandl. der Anat. Gesellsch.*, 1898, 218-229, 15 fig.

4° Enfin, le type des Reptiles ou périgastrula, qui dérive probablement indirectement de l'amphigastrula des Amphibiens.

Il y aurait lieu toutefois de distinguer dans ce cas : a) une forme primitive, celle des Reptiles, chez laquelle la gastrula est précédée d'un épaississement de l'ectoderme (bouclier embryonnaire de Will) et se forme ensuite sur le bord du disque germinatif ; b) une forme secondaire, celle des Oiseaux et des Mammifères, chez laquelle des modifications de la structure de l'œuf reportent la gastrulation plus près du centre du disque germinatif. Si nous laissons de côté le premier type de gastrulation, sur lequel nous ne connaissons aucun travail nouveau important, nous n'avons que l'embaras du choix, par contre, parmi les Mémoires qui ont été consacrés aux autres types.

§ 1. — Gastrulation des Amphibiens.

La façon dont Brachet¹ comprend la gastrulation chez l'Axolotl diffère complètement de celle qu'ont admise jusqu'ici tous les auteurs ayant étudié le développement des Amphibiens urodèles.

La majorité des embryologistes admettent, en effet, que la gastrulation consiste ici en une invagination, au niveau de la lèvres dorsale du blastopore, des cellules de l'hémisphère supérieur et de la zone marginale. Cette invagination, dont le résultat est la formation de l'archentéron s'accroît, s'enfonce dans la cavité de segmentation et la fait disparaître. La voûte archentérique est, par conséquent, formée par des petites cellules à petits grains vitellins provenant de l'hémisphère supérieur ou animal de l'œuf. Cette gastrula est complétée par une épibolie de l'hémisphère inférieur par les cellules animales, épibolie qui se poursuit jusqu'à ce que le blastopore soit devenu circulaire.

Brachet nous montre d'abord la segmentation de l'œuf d'Axolotl conduire à la cavité de segmentation bien connue dont le plafond est formé de petites cellules ectodermiques et le plancher de grosses cellules vitellines (fig. 5). Mais, pour Brachet, ce stade embryonnaire représente une gastrula en voie de formation, et le processus qui lui a donné naissance mérite le nom de « clivage gastrulien ». En effet, dit-il, si, dans la figure 5, on enlève par la pensée toute la masse vitelline qui s'étend du pôle inférieur jusque un peu en dessous du plancher de la cavité de segmentation, on aurait une gastrula simple avec un large blastopore circulaire et une vaste cavité archentérique. Le blastopore et la cavité archentérique sont donc d'abord purement virtuels et comblés par la masse des

¹ A. BRACHET : Recherches sur l'ontogénèse des Amphibiens urodèles et anoures (*Siredon pisciformis* et *Rana temporaria*). *Archiv. de Biolog.*, 1902, t. XIX, extr. de 243 p. et 7 pl.

grosses cellules vitellines, mais la gastrula serait dès ce moment formée.

Bientôt un sillon apparaît en une certaine région de l'hémisphère inférieur de l'œuf (Bl); c'est le début du blastopore réel; ensuite une fente se produit, au sein de la masse endoblastique, sur le prolongement de l'encoche blastoporale, et constitue la première ébauche de la cavité archentérique; cette fente est d'autant plus facile à voir que la surface libre des cellules bordant immédiatement l'archentéron devient très noire par l'accumulation d'une grande quantité de granulations pigmentaires. En même temps, il se produit un cheminement de la lèvres blastoporale vers le pôle inférieur; puis la cavité de segmentation disparaît ou se réduit à une

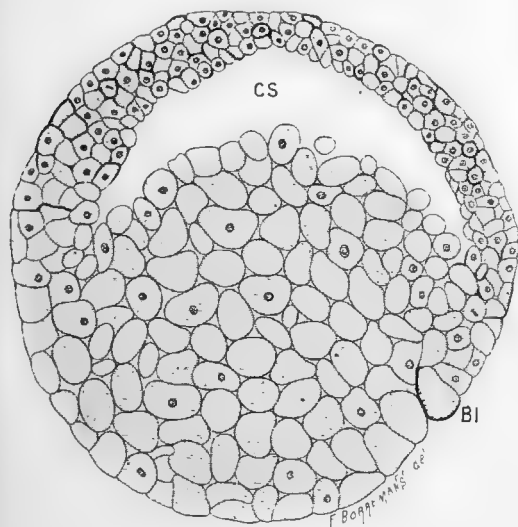


Fig. 5. — Coupe sagittale et médiane d'une jeune gastrula d'*Axolotl* grossie de 38 diam. (d'après Brachet). — CS, cavité de segmentation; Bl, blastopore.

mince fente, par suite d'un déplacement des cellules endodermiques du centre vers la périphérie, autrement dit par suite d'une invagination réelle, active, des cellules qui délimitent la cavité de segmentation.

C'est surtout du type de développement présenté par les Urodèles que se rapprochent les gastrulations des Cyclostomes, des Dipnoïques et des Gymnophiones. Tous les auteurs admettent aussi ici une invagination des micromères se faisant au niveau du blastopore; mais Brachet, se basant sur un travail de Ruel (1891) sur le *Petromyzon*, de Semon¹ et de Keer² (1901) sur les Dipnoïques, pense que les faits observés se rapprochent en bien des points de ceux qu'il a vus chez l'*Axolotl* et qu'ils sont susceptibles de la même interprétation.

Passant ensuite à l'étude de la Grenouille, Brachet décrit tout d'abord un *clivage gastruléen* semblable à celui de l'*Axolotl*, avec quelques différences surtout dans le temps d'évolution des parties.

« Chez la Grenouille comme chez l'*Axolotl*, dit-il, il se produit un clivage gastruléen, subdivisant la zone marginale en deux parties, l'une enveloppant l'autre; la première est en continuité avec la voûte de la cavité de segmentation, la seconde avec son plancher. Ce clivage amène la formation d'un ectoblaste et d'un endoblaste gastruléens. »

Vient ensuite un second processus semblable à celui de l'*Axolotl*: les cellules du plancher de la cavité de segmentation émigrent par groupes et traversent la cavité de segmentation jusqu'à en venir tapisser la voûte. C'est, en réalité, mais sous une modalité spéciale, une véritable invagination des couches superficielles de l'endoblaste. Tels sont, pour Brachet, dans le clivage gastruléen et dans l'invagination des cellules endoblastiques, les facteurs véritables de la gastrulation des Amphibiens.

Au cours de son travail, Brachet montre que la distinction entre cellules animales ou embryonnaires et cellules végétatives, vitellines ou nourricières, qui est déjà abandonnée par de nombreux auteurs, doit être définitivement rejetée³. « Toutes les cellules sont embryonnaires au même titre, dit-il. Elles n'entrent pas toutes en activité en même temps, elles n'ont pas non plus toutes une activité égale, mais elles interviennent toutes dans l'édification des organes et des tissus. » L'hypoblaste de la voûte du tube digestif, le mésoblaste, la corde dorsale, procèdent, en dernière analyse, de la transformation et de la différenciation des grosses cellules vitellines de l'hémisphère inférieur de la blastula. En définitive, l'interprétation de Brachet arrive à rapprocher la gastrula des Amphibiens beaucoup plus de celle de l'*Amphioxus* que de celle des œufs méroblastiques. « Il n'y a pas encore, chez les Amphibiens, de vitellus nutritif passif, distinct du germe; le type de la gastrulation n'est pas modifié par ce vitellus passif, et la gastrula en formation d'un *Axolotl* et même d'une Grenouille peut se ramener à une jeune gastrula d'*Amphioxus*, dont l'endoblaste, qui formera la paroi digestive ventrale future, serait stratifié et formé de nombreuses cellules, remplies de grains vitellins volumineux. »

bei *Ceratodus Forsteri*. *Zoolog. Forschungsreise*, fig. 18 cité par Brachet).

³ C'est von Baer, le premier, qui distingua dans les œufs de Grenouille et de Poulet une partie germinative et une partie nutritive. Mais déjà, Swammerdam, dans sa *Bible de la Nature*, avait suggéré cette idée que l'hémisphère noir de l'œuf de Grenouille donne seul naissance au corps de l'embryon.

¹ J. GRAHAM KEER: The development of *Lepidosiren paradoxa*. Part. II. *Quart. Journ. of micr. Sc.*, t. XLV.

² SEMON: Die Fruchtung und Entwicklung der Keimblätter

Il ne nous appartient pas de dire si la conception nouvelle de Brachet traduit bien la réalité des faits. Déjà avant lui, plusieurs embryologistes, tels que Marshall (*in* Vertebrate Embryology, New-York, 1893), avaient avancé que l'archentéron des embryons d'Amphibiens est formé par un clivage au milieu des cellules vitellines, qui formeraient ainsi les parois dorsale et ventrale de l'intestin primitif. Mais, à la même époque où Brachet défendait cette même opinion, paraissaient deux Mémoires, l'un au Japon, de Ikeda, qui montrait la cavité archentérique se faire aussi par clivage, l'autre en Amérique, de M^{lle} King¹, qui voyait au contraire, chez le Crapaud, la gastrulation se faire par invagination des cellules de la surface de l'œuf. Il est intéressant de noter que Miss King voit, comme Brachet, les cellules bordant la paroi dorsale de l'archentéron se charger de grains de pigment en abondance, du côté de la surface libre surtout. Cela avait déjà été remarqué, du reste, par d'autres observateurs et dans d'autres œufs. Chez la Chauve-souris, par exemple, Van der Stricht (1903) voit, lors de la division de l'œuf, que le deutoplasma a une tendance à se concentrer du côté des plans de segmentation, c'est-à-dire vers la surface interne de la morula.

Rhumbler² considère ce phénomène de pigmentation localisée comme étant l'effet d'une pression mécanique. Jordan (*Journ. morphol.*, 1893, t. VIII) et Brachet y voient, au contraire, un phénomène d'activité physiologique, se traduisant par une division plus active des cellules renfermant du pigment. Il est à remarquer, en effet, que les grosses cellules vitellines qui composent l'hémisphère inférieur de l'œuf des Batraciens se divisent moins fréquemment que les petites cellules pigmentées de l'hémisphère supérieur. Brachet pense également qu'il y a un rapport évident entre l'activité cellulaire et la présence de pigment. Il montre ainsi que, dans la gastrula des Amphibiens, la pigmentation est un phénomène biologique qui caractérise l'activité cellulaire chez la Grenouille, activité qui consiste en une transformation spéciale de certains éléments du corps cellulaire pendant cette phase active. Les cellules qui, après une phase de grande activité, rentrent dans un repos relatif, perdent la plus grande partie de leur pigment; au bout d'un certain temps, elles redeviennent plus volumineuses et à grains vitellins plus gros. Mais la pigmentation ne caractérise l'activité cellulaire que sous certaines de ses formes et à certaines phases du développe-

ment. Il faut dire toutefois que les œufs des Batraciens étudiés par Ikeda ne renferment pas de pigment, du moins de pigment noir.

§ 2. — Passage de l'œuf holoblastique à l'œuf méroblastique.

Il serait très intéressant maintenant de pouvoir comparer la gastrulation des Amphibiens avec celle des autres Vertébrés à œufs holoblastiques (Cyclostomes, Ganoïdes et Dipnoïques); on pourrait trou-

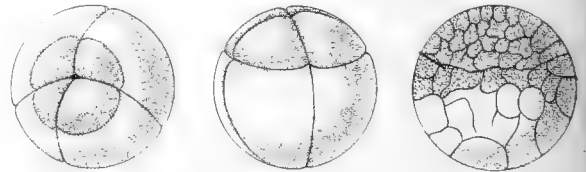


Fig. 6. — Œuf de Grenouille.



Fig. 7. — Œuf d'Esturgeon.



Fig. 8. — Œuf d'Amia.



Fig. 9. — Œuf de Lépidostée.

Fig. 6 à 9. — Segmentations comparées des œufs de Grenouille, d'Esturgeon, d'Amia et de Lépidostée, montrant les formes de passage entre l'œuf holoblastique (Grenouille) et l'œuf méroblastique (Lépidostée). — Les deux colonnes de gauche montrent les premiers stades de la segmentation vus de trois quart et de profil; la colonne de droite montre la fin de la segmentation (stade morula).

ver ainsi toutes les formes de passage entre les œufs holoblastiques et les œufs méroblastiques des Séla-ciens, des Poissons osseux et des Amniotes. Mais nous ne trouvons à signaler dans cet ordre d'idées que le Mémoire de Eycleshymer³ sur le développement du Lépidostée. Cependant, cette étude, venant

¹ HELEN DEAN KING: The gastrulation of the Egg of *Bufo Lentiginosus*. *The Americ. Nat.*, 1902, t. XXXVI, p. 328-348 et 12 figures.

² L. RUMBLER: Mechanik der Pigmentzusammenhäufungen in den Embryonalzellen der Amphibieneier. *Arch. f. Entwicklungsmech.*, 1899, t. IX.

³ ALBERT CHAUNCEY EYLESHYMER: The early development of *Lepidosteus osseus*. Extrait de *The Decennial Publications*, University of Chicago, 1903, t. X, 16 p., 2 pl. (Voir également *Anat. Anz.*, 1899, t. XVI, p. 529).

après les travaux antérieurs de Dean¹, de Sobotta² et de Whitman and Eycleshymer³, permet déjà de poser les jalons au moins d'un travail d'ensemble qu'il serait très important d'entreprendre. Le premier de ces jalons est fourni par l'œuf de l'Esturgeon, qui ressemble étroitement à l'œuf des Amphibiens; vient ensuite l'œuf d'*Amia*, dont la segmentation holoblastique est déjà un peu modifiée; puis l'œuf de Lépidostée, où la tendance méroblastique est encore plus nette et qui peut conduire directement au type de segmentation de l'œuf des Téléostéens (fig. 6 à 9).

Il est curieux et important de remarquer, avec Eycleshymer, que, chez ces trois Ganoïdes, les trois premiers clivages sont verticaux, alors que, chez les Amphibiens, le troisième est toujours horizontal. Dans l'œuf d'Esturgeon, on observe pourtant beaucoup de variations dans la disposition des trois premiers sillons, et le troisième peut quelquefois passer dans un plan horizontal; les variations sont moins fréquentes dans l'œuf d'*Amia*, où l'on ne voit presque plus jamais de troisième sillon horizontal; par contre, les variations dans la position des sillons verticaux sont nombreuses; ils passent à travers le pôle de l'œuf, formant de véritables méridiens, ou passent à côté, donnant ainsi un type bilatéral (Whitman and Eycleshymer). Chez le Lépidostée, dans la plus grande partie des cas, les sillons sont rarement méridionaux et presque toujours parallèles au premier et au second sillon.

Dans le quatrième clivage, on trouve aussi les transitions intéressantes, passant du type horizontal de l'*Acipenser*, par le type horizontal modifié ou circulaire de l'*Amia*, au type vertical du Lépidostée.

§ 3. — Développement des Téléostéens. Vésicule de Kupffer.

Nous avons à signaler ici deux Mémoires importants, l'un de Bøke⁴, l'autre de Swaen et Brachet⁵.

Chez les Sélaciens, comme chez les Téléostéens, le blastoderme s'étend à la surface du vitellus de manière à l'envelopper complètement, de la même

façon que cela se produit chez les Oiseaux. Cependant, alors que cet enveloppement est fort lent chez les Sélaciens, Swaen et Brachet montrent qu'il se produit très rapidement chez les espèces de Téléostéens qu'ils ont étudiés. De même, alors que l'archentéron est une vaste cavité béante chez les premiers, il est représenté, chez les Téléostéens, par une fente virtuelle, comprise entre la face inférieure de l'endoblaste et la surface du syncytium vitellin sur laquelle il repose. Beaucoup d'autres différences existent entre les deux types, mais nous les réserverons pour en parler dans une prochaine revue, où nous traiterons de la question générale du mésoderme dans la série animale.

La vésicule de Kupffer, sur laquelle on a beaucoup discuté, continue toujours à attirer l'attention des embryologistes. Cette vésicule, qui a été nommée ainsi par Henneguy en 1880, est une formation propre aux embryons des Téléostéens. Elle est formée par une invagination endodermique qui est située en arrière de la fusion de la notocorde, immédiatement en avant du bourgeon caudal, et qui va se mettre en contact avec l'axe nerveux. Henneguy l'a considérée comme le premier vestige de l'intestin postérieur; Cunningham, Kowalewski et Ziegler ont voulu y voir une invagination gastroléenne et, en effet, Kupffer, d'abord, puis Bøke, récemment, ont vu cette vésicule communiquer avec une invagination ectodermique correspondante et venir s'ouvrir à l'extérieur.

Swaen et Brachet n'ont pas observé cette communication de la vésicule de Kupffer avec l'extérieur. Quant à la vésicule elle-même, ils la considèrent comme étant une simple dilatation du tube digestif, qui peut se former dans le tronc ou dans la queue de l'embryon; dans ce dernier cas, elle est manifestement l'homologue de la vésicule terminale de l'intestin caudal des Sélaciens. L'importance morphologique de cette vésicule serait très peu grande; son rôle serait surtout physiologique.

Dans le Poisson-Chat, silurien d'Amérique, appartenant au genre *Ameiurus*, dans la Truite et quelques autres espèces, Summer¹ montre que le sac creux de la vésicule de Kupffer est remplacé par un bourgeonnement cellulaire plein, provenant, chez la Truite du moins, de la prolifération de l'épithélium intestinal. Chez les Scorpènes, la réduction est encore plus grande, car on ne trouve à sa place qu'un petit nodule cellulaire.

§ 4. — Gastrulation des Reptiles.

Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur ce type de gastrulation en traitant de la ligne pri-

¹ B. SUMMER : The Teleost gastrula and its modifications. *The Amer. morph. Soc.*, compte rendu in *Science*, 1900, t. II, p. 169.

¹ B. DEAN : The early Development of Gar-pike and Sturgeon. *Journ. morph.*, Boston, t. XI, 1893, 1-62. Id. : The early Development of *Amia*. *Quart Journ. of micr. Sc.*, 1896, t. XXXVIII, p. 413-444.

² SOBOTTA : Die Gastrulation von *Amia calva*. *Verhandl. anat. Gesellsch.*, 1896, p. 108-111, avec 6 fig.

³ C. O. WHITMAN and A. C. EYLESHYMER : The Egg of *Amia* and its Cleavage. *Journ. morph.*, Boston, 1896-97, t. XII, 309-355.

⁴ J. BØKE : Beiträge zur Entwicklungs-geschichte der Teleostier. I. Die Gastrulation und Keimblätterbildung bei Murenoiden. *Overdruk uit Petrus Camper*, Dl. II, Ad. 2, 1903, 76 p. 2 pl. et 18 fig.

⁵ A. SWAEN et A. BRACHET : Etude sur la formation des feuillettes et des organes dans le bourgeon terminal et dans la queue des embryons des Poissons téléostéens. *Arch. de Biol.*, 1904, t. XX, 461-610, 4 pl.

mitive. Disons seulement ici que Ballowitz¹ a décrit, sous le nom de « stade prostoma », les variations individuelles nombreuses que présente l'invagination gastruléenne de *Tropidonotus natrix*. Jan Tur (voir plus loin) montre que ces variations sont encore plus grandes chez le Lézard ocellé que chez la Couleuvre. Elles permettraient probablement d'établir une liaison entre le prostome des Reptiles et la gouttière primitive des Oiseaux; dans certains cas, en effet, le développement de la lèvre postérieure du prostome est arrêté jusqu'à sa pleine disparition, et le blastopore prend alors l'aspect d'une gouttière.

§ 5. — Oiseaux et Mammifères.

Chez les Oiseaux et chez les Mammifères, la gastrula est représentée par le « prolongement céphalique » et le canal notochordal; elle est précédée par le « bouton de Hensen », homologue du prostoma des Reptiles, et qui est le véritable début de la différenciation morphologique de l'embryon. L'étude de ces formations se confond, du reste, avec celle de la ligne primitive dont nous allons parler maintenant.

IV. — SUR LA LIGNE PRIMITIVE.

La ligne primitive est, comme on le sait, une région linéaire où l'ectoderme épaissi tend à s'unir à l'endoderme. Cette ligne, qui apparaît transitoirement sur le blastoderme dans l'axe du futur embryon, en arrière et sur le prolongement de l'axe nerveux, a été mise nettement en évidence, pour la première fois en 1866 par Darsy, dans l'embryon de Poulet.

Depuis, elle a été retrouvée chez les Mammifères aussi bien que chez les Oiseaux, où elle est actuellement bien connue. Il n'en est pas de même chez les Reptiles et surtout chez les Anallantoïdiens.

Chez les Poissons téléostéens, une ligne primitive rudimentaire a été décrite en 1884 par Henneguy, sous la forme d'un bourgeon caudal qu'Oellacher a décrit également chez les Sélaciens.

Chez les Batraciens, Alice Johnson² avait décrit une ligne primitive, en avant du blastopore, le long d'un sillon médian que l'on voit en cette région. Dans la même région, Semon, chez le *Ceratodus*, et Braus, chez le Triton³, ont retrouvé une solution de continuité linéaire qui règne sur la ligne médiane, dans l'ectoderme.

Brachet affirme que M^{lle} Johnson a été induite en

erreur par un matériel défectueux; quant à la suture dorsale (Rückennaht) de Semon et de Braus, sa signification reste encore très obscure; ce qui, chez les Amphibiens, représenterait la ligne primitive des Amniotes, ce serait, d'après l'opinion admise généralement, le blastopore tout entier.

Cependant, chez la Grenouille, Brachet (*loc. cit.*, p. 183 et 187) admet la formation d'une courte ligne primitive, en avant de la lèvre blastoporale dorsale; en cet endroit, en effet, les coupes transversales montrent l'endoblaste médio-dorsal très épais, et en rapport intime avec l'ectoblaste.

Cette formation, que Brachet rapproche par analogie de la ligne primitive des Amniotes, doit être interprétée par lui comme représentant la trace du cheminement de la soudure des lèvres blastoporales. « Il faut bien reconnaître, ajoute-t-il, que le terme de ligne primitive est ici assez inexact, parce que, chez les Amphibiens, la ligne située en avant de la lèvre dorsale du blastopore, où les trois feuillets sont fusionnés, ne représente que la partie antérieure de la vraie ligne primitive des Amniotes, la partie postérieure étant représentée, chez les Amphibiens, par ce qui reste encore ouvert du blastopore. »

Dans tous les cas, cette formation est très courte à tous les stades; elle s'étend sur 15 ou 20 coupes au maximum⁴; on doit en conclure qu'au fur et à mesure que le blastopore se ferme, les parties antérieures de la ligne primitive se différencient.

En réalité, toutes ces formations, de même que celles décrites chez les Reptiles sous le nom de ligne primitive par Balfour et Stahl, ne désigneraient qu'un épaississement ectodermique ou plutôt ectomésodermique de la partie caudale de l'écusson embryonnaire; si on voulait les homologuer avec la ligne primitive des Sauropsidés, il ne faudrait voir en elles qu'un « nœud primitif » (Mitrophanow). C'est ce qui permet à certains auteurs de pouvoir avancer que la ligne primitive, au vrai sens du mot, n'a été constatée que chez les Oiseaux et les Mammifères.

Tur⁵ vient, cependant, de la retrouver d'une façon constante chez le Lézard ocellé. L'apparition de la ligne primitive est précédée, dit cet auteur, par la formation d'un « écusson embryonnaire », qui apparaît au centre de l'aire transparente, comme chez les Oiseaux. Ordinairement, mais pas toujours, on peut observer, dans la partie postérieure de cet écusson, une tache plus sombre qui constitue la *plaque primitive* ou mieux la *plaque prosto-*

¹ E. BALLOWITZ : *Archiv. f. Anat. und Physiol. (Anat. Abth.)*, 1902, Heft 3 u. 4.

² *Quart. Journ. of. micr. Sc.*, 1884.

³ H. BRAUS : Rückenrinne und Rückennaht der Tritongastrula. *Anat. Anz.*, t. XX, 6 novembre 1901, p. 238-240, 5 fig.

⁴ En 1888, O. Schultze avait décrit une longue ligne primitive chez la Grenouille; pour Brachet, ce serait là une erreur due à un artifice de préparation (v. p. 188).

⁵ JEAN TUR : Sur la ligne primitive dans l'embryogénie de *Lacerta ocellata* Daud. *Anat. Anz.*, 1903, t. XXIII, p. 193-199, 5 fig.

miale (*Urmundplatte* de Ballowitz). C'est dans cette région que la ligne primitive se forme aux dépens de l'ectoderme, et cela d'emblée dans toute sa longueur, chez le Lézard comme chez la Poule.

La ligne primitive a été de nouveau étudiée chez les Oiseaux, soit expérimentalement, soit par l'observation. De tous les travaux qui ont été faits sur ce sujet, nous ne retiendrons que les vues d'ensemble de Mitrophanow, publiées en russe, mais dont l'auteur a bien voulu nous envoyer une traduction¹.

On peut distinguer dans le développement primitif des Sauropsides les stades suivants généraux de la synthèse morphologique :

1° La formation dans l'ectoderme d'un *épaississement général moyen*, auquel on peut laisser le nom d'*écusson embryonnaire* (*Embryonalschild*, Kupffer).

Chez les Reptiles et Oiseaux aquatiques, cet épaississement devient le plus considérable dans sa région postérieure, et la partie épaissie se détache quelquefois plus ou moins distinctement, mais sans contours nets. On pourrait bien nommer cette partie une *plaque primitive*, mais Mitrophanow trouve que c'est mieux de ne pas le faire pour éviter le malentendu, et parce qu'on peut observer cet épaississement local plus prononcé aussi chez d'autres oiseaux (la Poule); Mitrophanow propose de le désigner sous le nom d'*épaississement primitif*, ou bien de *plaque prostomiale* (*Urmundplatte* de Ballowitz), jusqu'au moment de l'apparition des formations plus déterminées;

2° L'apparition d'un *nœud primitif*.

Chez les Reptiles, cette formation devient un nœud proprement dit au moment de la formation à sa surface d'un sillon transversal droit ou courbé (l'enfoncement prostomial). Chez les Oiseaux, ce nœud, s'il apparaît en général (*Corvus frugilegus*, *Anas domestica*, *Sterna hivundo*, *Coturnix communis*), ne porte pas de sillon pareil et se transforme directement en une *ligne primitive*; celle-ci, comparativement aux Reptiles, présente pour les Oiseaux une *formation nouvellement acquise*, car il n'y a pas de formations homologues à ce stade dans le développement des Reptiles.

L'apparition d'un nœud primitif dans le développement des Sauropsides peut être considérée comme un moment caractéristique et important, parce qu'on observe cette formation aussi dans le développement des Mammifères (Bonnet²);

3° La formation d'un *enfoncement gastralien* ou *prostomial*. Chez les Reptiles, cette formation, apparue premièrement comme un sillon transversal, droit ou courbé, devient plus tard un sac typique; chez les Oiseaux, elle est représentée par un *sillon primitif*, apparaissant d'abord au bout antérieur de la ligne primitive et s'allongeant successivement en arrière, vers son bout postérieur. L'enfoncement du sillon primitif à son bout antérieur, en général, n'est pas considérable, mais quelquefois il est pareil à l'enfoncement prostomial des Reptiles (*Pallus*, *Struthio*, *Anas*, etc...); *ce n'est donc que l'extrémité antérieure du sillon primitif des Oiseaux qui est homologue au prostoma des Reptiles*. (V. Bibl. Anatomique, 1897, n° 3, p. 231.)

V. — FORMATION DU CORPS DE L'EMBRYON.

MODES DE FERMETURE DU BLASTOPORE.

THÉORIE DE LA CONCRESCENCE.

Le mode de fermeture du blastopore a donné lieu à beaucoup de discussions, surtout en ce qui concerne la gastrula des Amphibiens. Actuellement, on peut, avec Ikéda, grouper de la façon suivante les opinions différentes qui ont été soutenues :

1° Le blastopore est fermé par la coalescence de ses lèvres latérales, et les parties fondamentales du corps de l'embryon sont formées sur l'hémisphère incolore ou inférieur de l'œuf; c'est la théorie de la concrescence, soutenue par Pflüger, Roux, O. Hertwig³, etc.

2° Le blastopore est fermé en grande partie par la croissance de sa lèvre ventrale, et les parties fondamentales de l'embryon sont formées sur l'hémisphère pigmenté ou supérieur de l'œuf (von Baer et O. Schultze);

3° Le blastopore est fermé, d'une façon concentrique, par le rapprochement de ses lèvres dorsale, ventrale et latérales, et les parties fondamentales de l'embryon sont formées en partie sur l'hémisphère supérieur, en partie sur l'hé-

de la ligne primitive dans l'embryogénie des Vertébrés : *Soc. des nat. de Varsovie*, 28 janvier 1903.

¹ Ajoutons que J. Wilson et J. P. Hill ont montré que, chez l'Ornithorhynque, la ligne primitive coexiste avec le nœud primitif des Reptiles, tout en paraissant lui être indépendante. *Proc. Roy. Soc. London*, 1903, t. LXXI, 314-22, 2 fig.

² Pour O. Hertwig, le spina-bifida serait dû au manque de fusion des lèvres du blastopore. *S. B. Akad. Wiss. Berlin*, 1901, t. XXIV, 528-533.

¹ Voici la bibliographie des travaux de MITROPHANOW sur ce sujet : *Beobachtungen über die erste Entwicklung der Vögel. Anatom. Hefte*, 1899, t. XXXIX. — Ueber die erste Entwicklung der Krähe (*Corvus frugilegus*). *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, 1901, t. LXIX. — Beiträge zur Entwicklung der Wasservogel. *Id.*, 1902, t. LXXI. — Note sur le développement primitif de l'Autruche. *Bibliogr. anat.*, 1897. — Ueber den Gastrulationsvorgang bei den Amnioten. *Verhandl. der XII. Versam. der Anat. Gesellsch. in Kiel*, 1898. — Note sur le développement primitif de la Caille (*Coturnix commensis* Bonn.) *Arch. Anat. micr.*, 1902, t. V. — *Travaux du Laboratoire zootomique de l'Université de Varsovie* (en russe), livraison XIX, XXII, XXVI, 1898-1902. — Sur la signification

misphère inférieure de l'œuf (Assheton, Kopsch, Eycleshymer, etc.).

C'est à cette dernière opinion que se rangent Ikeda (*loc. cit.*) et Wilson¹, étudiant les œufs de différents Batraciens, ainsi que Morgan et Hazen², étudiant la gastrula de l'Amphioxus.

Wilson, en particulier, montre nettement que les lèvres ventrale et dorsale du blastopore se déplacent en allant l'une vers l'autre. Brachet arrive aussi, en définitive, à combattre la théorie de la concrescence, mais beaucoup moins nettement; à la vérité, il s'efforce de prendre une position intermédiaire; pour lui, la fente blastoporale se réduit peu à peu, très lentement, dans le sens dorso-ventral, et cela par soudure de ses lèvres latérales; mais il admet aussi un déplacement des lèvres dorso-ventrales. Enfin, Eycleshymer revient encore sur la question³, mais pour comparer la fermeture du blastopore chez les différents types d'œufs de Vertébrés et tâcher de mettre aussi un peu d'ordre dans la question. Il est amené ainsi à mettre en évidence quatre modes de fermeture, qu'il schématise par les diagrammes ci-contre (fig. 10) :

1° C'est tout d'abord (I) le mode présenté par les œufs à vitellus relativement peu abondant et à segmentation holoblastique (1^{er} groupe de Batraciens : *Rana*, *Bufo*, *Acris* et *Chlorophilus*). Là, la plus grande partie de l'embryon (celle que représente la bande noire AB) provient de l'hémisphère pigmenté, par différenciation sur place et non par concrescence. Une petite partie du corps (celle que représentent les hachures) est formée par l'extension de la lèvre dorsale du blastopore. Le reste du corps de l'embryon (P. S.) est formé par la concrescence des bords latéraux du blastopore et représente l'étendue de la ligne primitive. Les chiffres 1, 2 et 3 marquent les positions successives occupées par le bord gauche du blastoderme dans son enveloppement progressif du vitellus.

2° Vient ensuite un deuxième mode (II) concernant les œufs des Batraciens qui, comme le *Necturus*, ont une plus grande quantité de vitellus nutritif, et chez lesquels la segmentation tend à se faire vers le type méroblastique. Ici, le blastoderme ne s'étend pas sur l'œuf aussi loin que chez les autres Batraciens, et la portion de l'embryon qui se forme sur place (AB) est également moins grande. Par contre, la portion qui est

formée par concrescence et qui représente la ligne primitive est beaucoup plus étendue (P. S.).

3° Dans un troisième groupe (III), Eycleshymer place les œufs de la plus grande partie des Téléostéens, où la surcharge vitelline augmente encore et où nous voyons la portion formée par concrescence augmenter d'autant.

4° Enfin, le dernier terme de la série est marqué par l'œuf de certains Téléostéens, tels que le *Batrachus*, par celui des Sélaciens et des Oiseaux. Dans ces types (IV), où la quantité de vitellus est portée à son maximum, il n'y a plus que l'extrémité céphalique de l'embryon qui se forme par différenciation sur place du blastoderme; tout le reste est formé par coalescence, mais les déplacements du bord

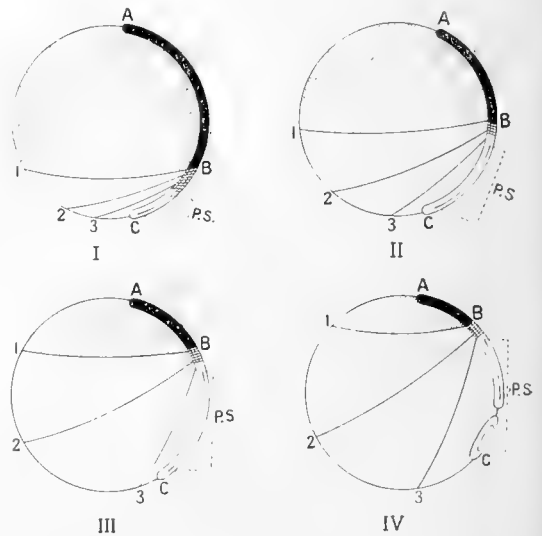


Fig. 10. — Diagrammes montrant les différents modes de formation du corps de l'embryon chez les Vertébrés, d'après A. C. Eycleshymer.

- I. Chez un premier groupe de Batraciens (*Rana*, *Bufo*, ...).
- II. Chez un second groupe de Batraciens (*Necturus*).
- III. Chez les Téléostéens.
- IV. Chez les Sélaciens et les Oiseaux.

AB, Portion de l'embryon qui se forme par différenciation sur place du blastoderme, représenté en grisé;

P.S., Portion de l'embryon qui se forme par concrescence des bords latéraux du blastoderme. (Les chiffres 1, 2, 3, marquent les positions successives occupées par le bord gauche du blastoderme dans son développement du vitellus, représenté en blanc.)

La partie du corps de l'embryon représentée en hachures (B) est formée par l'extension de la lèvre dorsale du blastopore.

du blastoderme (1, 2, 3) doivent être ici tellement étendus pour couvrir tout l'œuf que le corps de l'embryon se trouve formé en entier avant que ce mouvement d'enveloppement ne soit terminé. Il reste donc en arrière une portion de la ligne primitive qui n'entre pas dans la formation du corps; cette portion (marquée en C, fig. 10, IV), où le jaune est recouvert en dernier, forme ce que Balfour a décrit, chez les Sélaciens, sous le nom de *blastopore vitellin*.

¹ H. V. WILSON : Formation of the Blastopore in the Frog Egg. *Anat. Anz.*, 1900, t. XVIII, 209, 239. — Id. : Closure of Blastopore in the normally placed Frog Egg. *Anat. Anz.*, 1901, t. XX, 123-128.

² T. H. MORGAN and ANNAH PUTNAM HAZEN : The gastrulation of *Amphioxus*. *Journ. of Morph.*, 1900, t. XVI, 569-597, 2 pl. et 29 figures.

³ A. C. EYLESHYMER : The Formation of the Embryo of *Necturus*, with Remarks on the Theory of Concrescence. *Anat. Anz.*, 1902, t. XXI, 341-353, 31 fig.

Il résulte donc de tout cela que l'extrémité caudale de l'embryon des Amphibiens et des Téléostéens n'est pas l'homologue de l'extrémité caudale des Sélaciens et des Oiseaux. Une autre conclusion importante, c'est que la différenciation du blastoderme sur place est le mode primitif de formation du corps de l'embryon, tandis que la concrescence apparaît comme un processus secondaire, qui a pris d'autant plus d'importance que l'œuf a accumulé une plus grande quantité de matériel nourricier.

Comme complément et confirmation de ces conclusions générales, rappelons que Swaen et Brachet (*loc. cit.*, p. 575) montrent que l'enveloppement de l'œuf par le blastoderme se fait avec une vitesse différente chez les Poissons. Chez les Sélaciens, cet enveloppement est très lent aussi; conformément à ce que nous venons de voir, les lobes caudaux de l'embryon sont redressés et réunis dans le plan médian, longtemps avant que la portion vitelline du blastopore se soit fermée.

Chez les Téléostéens, au contraire, l'enveloppement du vitellus se produit très rapidement; aussi le blastopore vitellin est fermé avant que la queue n'apparaisse et ne fasse saillie au-dessus des feuillettes étalées à la surface du vitellus.

VI. — THÉORIES SUR L'ÉVOLUTION DE LA GASTRULA CHEZ LES VERTÉBRÉS.

Ces faits nouveaux ne semblent pas pouvoir permettre encore de suivre pas à pas l'évolution de la forme larvaire gastruléenne et les modifications du blastopore dans la série des Vertébrés; quelques auteurs pourtant s'y sont essayés.

L'histoire phylogénétique que donne le Professeur Ziegler dans son récent *Traité d'embryologie des Vertébrés inférieurs*¹ ne fait guère, en somme, que rappeler celle qu'avait déjà donnée Prenant², en 1891, à la suite des travaux de Balfour Sedwick, de Kupffer et surtout de van Wijhe. Voici ce que dit en substance Ziegler.

À l'époque de la phylogénie où le blastopore jouait le rôle de bouche, la plaque médullaire formait une rigole vibratile qui conduisait vers son orifice; cette rigole était alors comparable à la bande vibratile que l'on observe actuellement du côté ventral des larves trochosphères d'Annélides et de Mollusques. Plus tard, la plaque médullaire prit la forme d'un canal à rôle sensoriel, en laissant (cranialement) une ouverture, le neuropore antérieur, ouverture qui existe encore chez l'*Amphioxus*;

en arrière (caudalement), le canal médullaire s'ouvrit aussi d'abord au dehors par un neuropore postérieur, qui se trouvait placé ainsi au-dessus du blastopore (organe d'ingestion et d'excrétion); c'est alors que, l'ectoderme venant recouvrir cette région, l'ensemble des deux ouvertures (blastoneuropore) forma un seul canal, le canal neurentérique. À partir de ce moment, l'eau, chargée de particules alimentaires, entrait par le neuropore antérieur, suivait le long trajet du canal médullaire¹, puis passait par le canal neurentérique pour se rendre dans l'intestin. Comme il n'y avait pas encore d'autres ouvertures dans ces organismes primitifs, le contenu de l'intestin, après la digestion, était rejeté périodiquement en repassant par le même chemin ou en diffusant à travers les parois du corps. C'étaient là évidemment deux mauvais moyens d'excrétion; aussi furent-ils bientôt remplacés par la formation d'ouvertures spéciales: l'anus, les fentes branchiales et la bouche; l'évolution allait alors marcher rapidement vers le type vertébré.

Il se pourrait que l'anus soit la plus ancienne de ces ouvertures spéciales et n'eut d'abord pour fonction que de laisser écouler l'eau entrée par le canal neural. Après la formation des deux autres ouvertures, le canal neurentérique ne servit plus à rien et s'oblitéra, mais on le trouve encore dans les phases de la vie embryonnaire. Quant à l'épithélium du canal médullaire, il garda un rôle sensoriel jusqu'au moment où le neuropore antérieur se ferma.

Ces idées anciennes, renouvelées par Ziegler, sont certainement très intéressantes, et le fait qu'elles ont toujours cours dans la science classique plaident en leur faveur. Cependant, elles ne vont pas sans quelques objections, que l'on trouvera en partie présentées par Daniele Rosa². Ce zoologiste italien est alors amené à présenter d'une façon toute différente l'évolution de la forme vertébré: « Les ancêtres des animaux bilatéraux, dit-il, devaient avoir la bouche au pôle inférieur du corps, comme les Cténophores. (Aussi bien, chez la plupart des animaux bilatéraux, le blastopore se produit-il d'abord au pôle inférieur, anti-apical). Quand ces animaux, quittant la vie pélagique, s'adaptèrent à glisser ou à ramper sur le fond, le pôle inférieur devint le plus souvent l'extrémité postérieure du corps (précisément comme le pôle inférieur de la larve *trochophora* devient l'extrémité postérieure de l'annélide ou du mollusque). La bouche venait, dès lors, s'ouvrir à l'extrémité postérieure du corps.

¹ Chez l'*Amphioxus*, ce canal est muni de cils vibratils qui se meuvent, en effet, d'avant en arrière.

² DANIELE ROSA: Il canale neurenterico ed il blastoporo anale (Contributo alla teoria della Gastrea). *Bollet. di Musei di Zoologia ed Anat. comp. d. R. Univers. di Torino*, 1903, t. XVIII, 1-10.

¹ H. E. ZIEGLER: *Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der niederen Wirbeltiere*, Iena (v. p. 57.)

² PRENANT: *Éléments d'embryologie de l'homme et des Vertébrés*, Paris, 1891, p. 278.

Cela n'était pas très avantageux; aussi la bouche commença-t-elle une lente migration phylogénétique le long de la ligne ventrale, vers l'extrémité antérieure. (Les Turbellariés ont fixé les étapes successives de cette migration.)

« Cette migration phylogénétique de la bouche a été d'abord représentée dans l'ontogénèse de tous les descendants par une migration analogue du blastopore, telle qu'elle se produit encore aujourd'hui chez les larves de la plupart des Annelides et des Mollusques. Quand le blastopore était parvenu au terme de sa migration ontogénétique, il s'enfonçait dans une invagination stomodœale.

« Or le stomodœum, qui d'abord prenait naissance autour du blastopore, finit par pouvoir se produire à la place voulue et y donner naissance à la bouche sans avoir besoin d'être précédé à cette même place par le blastopore (voir la formation de la bouche dans la reproduction asexuelle et la régénération). Alors le blastopore cessa, chez la plupart des groupes, ses migrations ontogénétiques et ne quitta plus sa position primitive à l'extrémité postérieure, ce qui l'amena soit à coïncider avec l'anus (comme cela arrive chez les Échinodermes, les Chœtognathes, les Entéropeustes et chez quelques Mollusques ou Vertébrés), soit (comme chez les Tuniciers, l'*Amphioxus* et les Vertébrés) à s'ouvrir (par suite d'un léger déplacement vers le dos) dans une plaque médullaire ou dans un canal neural et à donner ainsi naissance au canal neurentérique.

« Ce sont là des connexions cœnogénétiques qui ne pouvaient se produire dans les ontogénèses antérieures, plus conformes à la phylogénèse, dans le cours desquelles le blastopore quittait sa place primitive. »

VII. — LA POLYEMBRYONIE SPÉCIFIQUE OU GERMINOGONIE.

§ 1. — La polyembryonie chez les Hyménoptères parasites.

L'expression de polyembryonie, qui se comprend d'elle-même, a été créée par les botanistes pour les cas, assez rares (quelques Mimosées, Iris, Lis et Dompte-Venin), où le sac embryonnaire renferme plusieurs embryons. Ces embryons proviennent tout simplement ici de la fécondation accidentelle¹ des synergides, cellules sœurs de l'oosphère.

La polyembryonie qui a été découverte, en 1898, par Marchal², et à laquelle Brandes a donné depuis le nom de *germinogonie*, présente une tout autre signification; c'est un œuf unique qui se segmente

d'abord comme à l'ordinaire, de manière à former une morula, mais dont tous les éléments de cette morula se dissocient pour évoluer isolément et constituer chacun un embryon distinct. C'est sur des Insectes que Marchal a fait cette découverte, sur de petits Hyménoptères parasites appartenant aux deux familles voisines des Chalcidiens et des Proctotrypides. Ce sont de minuscules Insectes qui pondent leurs œufs dans d'autres œufs d'Insectes déjà avancés en développement; de la sorte, leurs larves vivent en parasites dans le corps d'autres larves plus grandes et plus âgées.

Pour donner une idée de ces curieux phénomènes, prenons le cas le plus simple, celui du *Polygnotus minutus*. C'est un Proctotrypide dont la taille ne dépasse pas un demi-millimètre et qui pond dans les œufs embryonnés de la Cécidomye destructive,

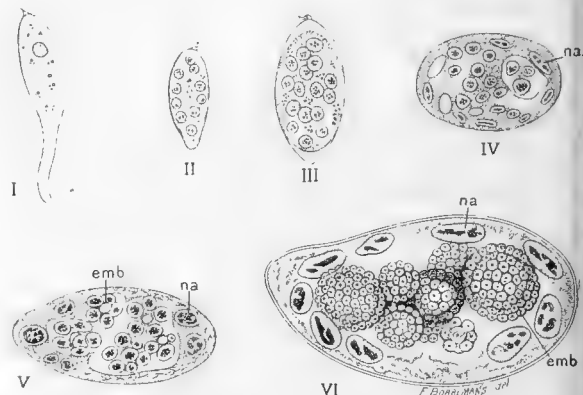


Fig. 11. — La Polyembryonie chez le *Polygnotus minutus* Linden (d'après Marchal).

I. Oëuf avant la ponte.

II. Oëuf après la ponte, retiré du suc gastrique de la Cécidomye, et montrant la segmentation du noyau.

III. Stade un peu plus avancé que le précédent, vu en coupe optique.

IV. Stade plus avancé, en coupe réelle; les noyaux amniotiques (*na*) se différencient à la périphérie des noyaux embryonnaires.

V. Stade plus avancé. L'amnios est nettement différencié. Les cellules embryonnaires (*emb*) se sont groupées de façon à constituer de petites blastulas à cavité réduite.

VI. Stade notablement plus avancé. L'amnios avec ses noyaux (*na*) est représenté en coupe optique; les blastulas (*emb*) au contraire, sont vues par transparence au travers de l'amnios et représentées en totalité.

qui est elle-même parasite du blé. C'est dans l'estomac de la jeune larve cécidomyenne que le *Polygnotus* dépose son œuf; celui-ci se segmente comme à l'ordinaire, sauf que la division du protoplasma ne suit pas celle des noyaux (fig. 11). Dès que l'œuf renferme ainsi une vingtaine de noyaux, on voit ceux de ces éléments qui occupent la partie périphérique s'isoler de la masse centrale et prendre un volume notablement plus considérable que les autres (fig. 11, IV, *na*); ce sont les noyaux amniotiques, qui formeront une membrane d'enveloppe commune aux autres noyaux embryon-

¹ Ou normale, comme dans les cas du Dompte-venin, d'après G. CHAUVÉAU : *C. R. Ac. Sc.*, 29 février 1892.

² P. MARCHAL : *C. R. Ac. Sc.*, 28 février 1898, et *Arch. Zool. exper. et génér.*, 1904, t. II, 257-335, 5 pl.

naires. C'est alors que ceux-ci, au lieu de s'organiser en un embryon unique, comme c'est la règle, se groupent en masses distinctes, qui constituent autant de blastules ou d'embryons particuliers.

L'autre cas étudié par Marchal, celui de l'*Encyrtus fuscicollis*, parasite d'un petit papillon du fusain, est encore plus frappant, puisqu'il conduit un œuf unique à produire de la même façon plus de cent embryons. Mais nous laisserons de côté ces détails pour considérer avec Marchal les rapports qui existent entre la polyembryonie spécifique et la blastotomie ou polyembryonie expérimentale.

En 1892, Driesch, secouant des jeunes morulas d'Oursin dans de l'eau de mer, dissociait les éléments de ces morulas et voyait alors ceux-ci évoluer séparément de manière à former autant de petites larves d'Oursin.

L'analogie est donc très grande entre les deux phénomènes observés par Marchal et par Driesch ; aussi l'expérimentation peut-elle servir ici pour essayer de déterminer une des causes au moins de la polyembryonie. L'œuf du *Polygnotus*, avon-nous dit, est pondu dans l'estomac de la larve de la Cécidomye. Voyons alors, avec Marchal, comment il se comporte dans cette sorte de nid vivant : « C'est un spectacle curieux auquel on assiste, dit cet habile zoologiste, lorsque l'on observe au microscope une larve vivante de Cécidomye ainsi parasitée, après l'avoir soumise à une légère compression : l'œuf du parasite se trouve brassé par les contractions de l'estomac, et est lancé comme une balle d'une extrémité à l'autre de l'organe ». N'y a-t-il pas là, en effet, une analogie frappante avec le procédé employé par Driesch pour dissocier les morulas d'Oursin ?

Mais une autre cause intervient sans doute. L'œuf de *Polygnotus* est toujours pondu dans le sac gastrique de l'hôte au moment où celui-ci va éclore et se nourrir en remplissant son estomac de la sève du blé. Dès lors, « l'œuf va se trouver brusquement plongé dans un milieu ayant des propriétés osmotiques différentes de celui dans lequel il se trouvait. Or, la production de changements brusques portant sur la pression osmotique constitue précisément l'un des meilleurs procédés à employer pour déterminer expérimentalement la séparation des blastomères et leur évolution en individus distincts, ainsi que l'ont surtout montré les expériences de Loeb (1894) sur l'œuf d'Oursin et celles de Bataillon (1900) sur les œufs de Lamproie ».

« Il résulte donc de tout ce qui précède, dit alors Marchal, que la polyembryonie des Hyménoptères parasites trouve, suivant toute vraisemblance, sa principale explication dans les causes actuelles qui interviennent dans la blastotomie et la polyembryonie expérimentales. Le caractère d'évidence

avec lequel se présentera à l'esprit cette interprétation sera plus frappant encore, si l'on réfléchit que les deux types à développement polyembryonnaire connus appartiennent à deux familles différentes d'Hyménoptères parasites (Chalcidiens et Proctotrypidés), et que tous les autres représentants de ces familles, étudiés jusqu'ici au point de vue de leur cycle évolutif, ont un développement monoembryonnaire. Bien plus encore, non seulement la polyembryonie n'est pas un caractère propre à toute une famille, mais, au moins dans un des deux cas connus, elle ne constitue pas même un caractère générique... »

Il est probable, du reste, que les phénomènes si curieux que vient de nous faire connaître Marchal sont beaucoup plus répandus dans la Nature qu'on ne pouvait le penser jusqu'ici.

C'est sans doute aussi par une « blastotomie spontanée » semblable qu'il faut expliquer les jumeaux vrais chez l'Homme, de même que les portées jumellaires des Tatous (Cuénot¹).

Dans ces cas, en effet, tous les embryons sont réunis dans un même chorion et sont tous du même sexe. Or, c'est également ce que Marchal observe dans ses deux cas de polyembryonie.

§ 2. — Rapports entre la polyembryonie et les autres modes de reproduction asexuée.

Comme on vient de le voir, la polyembryonie spécifique des Hyménoptères n'est autre chose, en réalité, qu'un mode nouveau de reproduction asexuée ou agame, se produisant au stade le plus précoce de l'ontogénèse. Si nous comparons maintenant avec Marchal ce mode de reproduction asexuée avec les autres formes connues, nous voyons l'agamogénèse se présenter à différents stades de l'ontogénèse, depuis l'état le plus jeune de l'individu jusqu'à l'état adulte.

Chez les Hyménoptères décrits par Marchal, c'est donc le corps tout entier de l'embryon (morula) qui se dissocie en autant d'éléments qui vont se comporter chacun à peu près comme un œuf parthénogénétique. Il en est à peu près de même chez les Bryozoaires du genre *Lichenopora*, où Harmer a décrit, en 1895, sous le nom de « scission embryonnaire », des phénomènes comparables à ceux décrits par Marchal.

Il est à noter, toutefois, que les embryons secondaires formés chez ces Bryozoaires présentent déjà une indication des feuilletts embryonnaires, (*planula*), tandis que les morules de l'*Encyrtus* ou les blastules du *Polygnotus* ne présentent aucune différenciation apparente.

¹ L. CUÉNOT : L'ovaire du Tatou et l'origine des jumeaux. *C. R. Soc. Biolog.*, 1903, t. LV, p. 1391-1392.

² MARCHAL : *loc. cit.*, p. 331.

Chez d'autres Bryozoaires (*Lophopus*, *Cristatella*), nous trouvons aussi un bourgeonnement dans l'œuf, mais ce bourgeonnement s'effectue à une époque bien plus tardive du développement; c'est seulement lorsque l'embryon, ayant déjà deux feuilletts nettement différenciés, va se transformer en larve libre, qu'on voit bourgeonner à son pôle aboral plusieurs polypides. Chez les Acalèphes (*Chrysaora*, in Hœckel), chez les Vers (*Lumbricus trapezoides*, in Kleinenberg, 1879), et chez les Tuniciers Diplosomes (Caulery, Pison, Perrier, etc.), c'est à un stade voisin de la gastrula que l'on voit se faire une sorte de bourgeonnement interne qui transforme l'œuf primitif en deux ou plusieurs em-

tenant au genre *Miastor*; certaines espèces de Chironomides). Enfin, l'un des derniers termes se trouve être marqué par l'agamogénèse des Pucerons, chez lesquels des individus arrivés au terme de leur évolution produisent à l'intérieur de leurs ovaires de nouveaux individus (*parthénogénèse cyclique régulière* ou *hétéroparthénogénèse* de Henneguy). La série se termine par la parthénogénèse de l'Abeille, des Guêpes et des Tenthréidines (*homoparthénogénèse* de Henneguy).

Tous les cas d'agamogénèse que nous venons de résumer ne sont pas comparables, du moins tant qu'à l'évolution ultérieure des bourgeons. Chez les uns, les blastozoïtes sont endogènes, c'est-à-dire

TABLEAU I. — *Essai de sériation des phénomènes de l'Agamogénèse.*

AGAMOGÉNÈSE EXTERNE	AGAMOGÉNÈSE INTERNE
Scission embryonnaire de <i>Lichenopora</i> (Bryozoaires).	Polyembryonie spécifique des Hyménoptères parasites.
Bourgeonnement précoce de divers Bryozoaires (<i>Lophopus</i> , <i>Cristatella</i>); de <i>Lumbricus trapezoides</i> ; de divers Acalèphes (<i>Chrysaora</i> , <i>Aurelia</i>); des Pyrosomes	Agamogénèse des Orthonectides. — des Diçyméides. — des Trématodes.
	Pédogénèse des larves de certaines Cécidomyes (<i>Miastor</i>).
Bourgeonnement à générations alternantes des Thalies et en particulier du <i>Doliolum</i> . Bourgeonnement à générations alternantes des Annélides (<i>Syllis</i> , <i>Myrianida</i> , <i>Autolytus</i> , <i>Nereis</i>).	Parthénogénèse des Pucerons. — des Cynipides. — des Daphnies. — des Rotifères (<i>Hydatina senta</i>). } Parthénogénèse cyclique ou Hétéroparthénogénèse (Henneguy).
Bourgeonnement se produisant chez des individus entièrement évolués (nombreux Bryozoaires, Cœlentérés, Tuniciers).	Parthénogénèse de l'Abeille. — des Guêpes. — des Tenthréidines. } Homoparthénogénèse (Henneguy).

bryons. Ainsi Hœckel a observé la formation de 60 à 80 bourgeons émis par des gastrulas isolées de *Chrysaora*. Enfin, chez les Tuniciers Pyrosomes (Huxley, Kovalewsky), c'est seulement lorsque l'œuf s'est organisé en embryon plus avancé qu'on voit celui-ci émettre un stolon ventral d'où proviendront, par scission transversale, quatre bourgeons qui évolueront chacun en nouvel individu.

Continuant notre revue des différents modes de reproduction asexuée, nous arrivons ensuite aux cas anciennement connus où l'agamogénèse se fait seulement après que l'être est sorti de l'œuf pour mener une vie indépendante; tel est le cas si fréquent des Cœlentérés, des Orthonectides, des Plathelminthes, des Tuniciers, etc. Vient ensuite la pédogénèse (*progénèse parthénogénétique*), qui consiste dans la propriété que possèdent certaines larves de produire à l'intérieur de leur corps de nouvelles larves (Cécidomye appar-

qu'ils restent enveloppés pendant un certain temps dans le soma de l'individu bourgeonnant. Chez les autres, au contraire, le blastozoïte, quelle que soit son origine, bourgeonne toujours à l'extérieur de l'individu parent. Partant de là, Marchal décompose la série des phénomènes qui précèdent en deux lignes parallèles tout à fait distinctes, dont l'une, commençant par la scission embryonnaire du *Lichenopora*, correspondrait au bourgeonnement externe, et l'autre, commençant par la polyembryonie des Hyménoptères, correspondrait à l'agamogénèse interne. En choisissant quelques-uns des exemples les plus typiques de ces deux séries parallèles, Marchal nous donne le tableau ci-dessus, qui ne peut d'ailleurs être donné, ajoute-t-il, que comme une tentative de sériation pour les phénomènes agamogénétiques.

D^r Gustave Loisel,

Directeur du Laboratoire d'Embryologie générale à l'École des Hautes-Études.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Teixeira (F. Gomes), *Directeur de l'Académie Polytechnique d'Oporto, ancien Professeur à l'Université de Coïmbre.* — **Obras sobre Mathematica** (ŒUVRES MATHÉMATIQUES), publiées par ordre du Gouvernement Portugais, Premier volume. — 1 vol. in-4°, de 302 pages. Coïmbre, Imprimerie de l'Université, 1904.

Ce premier volume de l'œuvre mathématique de l'éminent géomètre portugais contient la réimpression de nombreux articles, généralement assez courts, parus à diverses époques dans les différents recueils scientifiques.

Ces articles, rédigés en portugais ou en français, se rapportent à des matières très diverses : développement des fonctions en séries de Taylor ou trigonométriques, Géométrie plane ou infinitésimale, Calcul intégral, etc.

On y retrouvera les qualités de précision et de clarté qui distinguent le Directeur de l'Académie Polytechnique d'Oporto.

L. AUTONNE,

Maitre de Conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Lyon.

Poussin (René), *ancien élève de l'École Polytechnique, membre agrégé de l'Institut des Actuaire français.* — **Sur l'Application des Procédés graphiques aux calculs d'Assurances.** — 1 vol. gr. in-8° de 119 pages. L. Dulac, éditeur, Paris, 1905.

Le livre de M. Poussin est l'un des meilleurs ouvrages qu'ont fait naître les théories fécondes de la Statistique graphique, de la Statistique géométrique, de l'Anamorphose et de la Nomographie.

Dans son important traité de 1899, M. d'Ocagne avait mis en doute la possibilité de l'application des procédés nomographiques aux calculs financiers et, par suite, aux calculs d'assurances. En vérité, s'il s'agissait d'obtenir des résultats exacts entrant dans les relations entre particuliers, la précision des abaques et des nomogrammes ne serait pas suffisante. M. Poussin a fort bien saisi cette difficulté, et son travail est surtout une application du calcul graphique au point de vue des résultats théoriques que les actuaire peuvent chercher à obtenir.

C'était là une voie toute nouvelle fort intéressante, féconde en découvertes, et qu'il était utile d'indiquer, car ceux des mathématiciens qui ont fait quelques incursions dans le domaine des calculs pratiques d'assurances se sont vite rendu compte de la longueur fastidieuse et de la complication de certains travaux, dans le cas, cependant simple, d'une table de mortalité et d'un taux bien défini. Les calculs deviennent encore plus pénibles, et même des difficultés purement mathématiques surgissent, quand il s'agit de faire des comparaisons entre diverses tables à divers taux.

La méthode nomographique intervient alors en apportant son élégante simplicité et sa facilité d'application, surtout s'il s'agit de calculs expédiés, d'avant-projets, pourrions-nous dire.

C'est l'exposé de ces procédés spéciaux d'analyse qui fait l'objet de l'ouvrage de M. Poussin.

Dans la première partie, l'auteur rappelle rapidement les procédés de calcul graphique, et c'est un soin dont nous devons le féliciter, car il rend son livre abordable à nombre de lecteurs en leur exposant sommairement les principes généraux des coordonnées parallèles, de la méthode des points cotés et des anamorphoses; il termine par des indications indispensables sur les approximations que l'on peut espérer avec les calculs graphiques et il compare les résultats

obtenus avec ceux qu'il est nécessaire d'atteindre pratiquement en assurances.

La deuxième partie du livre expose l'application des procédés de la Nomographie aux calculs d'assurances; l'intérêt tout particulier de cette seconde partie réside dans les nombreux problèmes, entièrement résolus à l'aide de nomogrammes construits à des échelles malheureusement un peu petites. Quatre chapitres traitent successivement des tableaux graphiques à éléments cotés, des applications tirées de la Statistique graphique, de l'intégration graphique et de la Statistique géométrique.

En résumé, l'ouvrage de M. Poussin, qui est déjà, au point de vue de la science actuarielle, d'un intérêt très grand par la méthode nouvelle qu'il expose pour la solution de problèmes difficiles à aborder avec l'Analyse pure, est, de plus, un excellent ouvrage à indiquer dans la bibliographie des applications des méthodes de calcul graphique.

BARRIOL,

Actuaire-Directeur de l'Institut Financier et des Assurances.

Périsse (L.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Les Carburateurs.** — 1 vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire. (Prix: 2 fr. 50). Gauthier-Villars et fils, éditeurs, Paris, 1904.

« La création du carburateur à essence a été le point de départ du développement de l'automobilisme et ses perfectionnements successifs sont entrés pour une large part dans le remarquable développement de cette industrie », dit fort justement M. Périsse, dans la préface de son livre, auquel il assigne un double but : à la lumière des progrès accomplis, fixer les règles qui doivent présider à l'établissement d'un carburateur, pour que son fonctionnement soit irréprochable, et montrer la voie qui doit conduire à la meilleure utilisation du combustible.

Après quelques mots d'historique, l'auteur donne la théorie élémentaire de la carburation (étude du mélange explosif, conditions d'une carburation constante, analyse des gaz de l'échappement), et étudie successivement chaque organe du carburateur (réservoir à niveau constant, gicleurs, organes d'admission de l'air, de réchauffage, chambre de carburation, réglage de la quantité de mélange admis dans le moteur, place du carburateur). Toute cette étude ne vise que les carburateurs à pulvérisation ou à vaporisation, ceux à barbotage et à léchage étant complètement abandonnés.

Les carburateurs à pulvérisation sont employés pour l'essence, liquide facilement évaporable. M. Périsse en décrit les principaux types dans un important chapitre. Les carburateurs-vaporiseurs, destinés à former des mélanges explosifs avec des combustibles moins volatils que l'essence (alcool, pétrole), doivent être dotés de dispositifs spéciaux, destinés à assurer d'une part leur réchauffage, d'autre part le brassage de l'air et des vapeurs combustibles; ce brassage est indispensable pour donner une combustion complète du mélange et éviter les dépôts de carbone, qui occasionneraient un encrassement incompatible avec le bon fonctionnement du moteur. L'étude des meilleurs modèles de carburateurs-vaporiseurs fait l'objet du dernier chapitre.

De la lecture de l'ouvrage découle cette conviction que nous possédons actuellement des carburateurs dont le fonctionnement ne laisse rien à désirer. Ce bon fonctionnement reste indépendant des variations de marche du moteur, grâce aux dispositifs qui assurent automatiquement la constance du mélange carburé. Les perfectionnements à venir devront porter sur l'a-

mélioration de l'utilisation du combustible et l'augmentation de rendement du moteur.

Ces conclusions sont celles de l'auteur, et nul n'était mieux qualifié que lui pour les formuler.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Barbillion (L.), Professeur à l'Institut électrotechnique de l'Université de Grenoble. — **Manipulations et études électrotechniques.** — 1 vol. gr. in-8 de 304 pages et 162 figures. (Prix : 12 fr. 50.) V^{ve} Dunod, éditeur, Paris, 1904.

Cet ouvrage est divisé en quatre parties. Les deux premières sont consacrées aux courants continus et sont intitulées, l'une : *Manipulations électrotechniques*, l'autre : *Études électrotechniques*. Ces titres ne donnent pas une idée très nette de ce que l'auteur a groupé sous chacun d'eux. Au fond, ici et là, ce sont des études. Mais celles qui sont appelées « Manipulations » sont des études de laboratoire. Elles ont un objet très limité : l'étude d'une pile, d'un accumulateur, la détermination du rendement d'une dynamo, etc.; les autres études ont un objet plus large : ce sont des études d'ensemble, témoin ce titre de chapitre : « Choix du mode d'alimentation le plus économique des moteurs actionnant les machines-outils d'une usine ».

Les deux dernières parties de l'ouvrage sont consacrées aux courants alternatifs. On y retrouve la même subdivision que pour les courants continus : études particulières dans la troisième partie; études générales dans la quatrième.

Le livre de M. Barbillion n'est pas destiné à ceux qui ont dessein d'acquiescer des connaissances dans la science électrique, mais à ceux qui savent déjà, à ceux, du moins, qui possèdent la théorie de cette science, qui, ayant saisi la suite des calculs par lesquels les physiciens traduisent les phénomènes, n'ont pas été plus loin et n'ont pas essayé d'appliquer à des conceptions pratiques les solutions de leurs équations. Cela n'est, du reste, pas aussi facile qu'on pourrait le croire. Tel qui, dans les généralités, jongle avec les difficultés, se trouve fort en peine lorsqu'il s'agit de passer aux applications. Les erreurs s'ajoutent aux erreurs. Le pauvre théoricien patage et arrive à des résultats splendidement absurdes. M. Barbillion s'offre à lui épargner le retour de semblables mésaventures. Il se présente comme un guide et nous le dit dans une excellente préface où il vise, en dehors de la maladresse que nous venons de signaler chez les débutants, le manque de souplesse de leur esprit scientifique, qui les empêche de se résoudre aux approximations nécessaires et, par désir d'une rigueur inutile, les conduit à des difficultés inextricables.

Si la préface est excellente, le livre est-il bon? Il pourrait l'être. Le programme que s'est tracé l'auteur n'est pas mauvais. Mais la réalisation ne répond pas suffisamment à la conception. Pourquoi le livre ressemble-t-il à la mise au net de notes prises au cours par un élève? Pourquoi contient-il beaucoup de négligences? Pourquoi le lecteur est-il trop souvent arrêté par des notations qui ne lui ont pas été expliquées, par des expressions peu usitées ou toutes nouvelles dont on a négligé de lui donner le sens? Un ingénieur qui a quitté les bancs de l'école depuis plusieurs années ne doit pas être traité comme un élève qui connaît à fond les habitudes et le langage de son professeur.

ALFRED GAY,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

Barral (E.), professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon. — **Précis d'Analyse chimique qualitative.** — 1 vol. in-16 de 496 p., avec 144 fig. (Prix : 7 fr.) J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1904.

On ne saurait conseiller aux débutants d'entreprendre l'étude de l'Analyse qualitative avec un livre pour seul

guide. Cette science ne peut être apprise avec profit qu'au laboratoire même, sous la surveillance constante d'un préparateur instruit. Ceci ne veut pas dire que le livre soit inutile. Il est consulté avantagement sur la nature des opérations analytiques et des réactions, sinon sur la manière de les effectuer.

Rien n'est difficile, d'ailleurs, comme de faire un excellent livre d'Analyse qualitative.

Les ouvrages de Rose et de Frésenius, qui sont encore les meilleurs, peut-être, par le grand nombre des réactions et des méthodes de recherche, ne sont pas sans défauts. On ne peut les recommander à ceux qui débutent, et, si l'on veut seulement un précis appelé à seconder le préparateur au laboratoire, on ne peut qu'adopter le plan suivi par M. Barral dans son *Précis d'Analyse chimique qualitative*.

Une première partie de ce livre traite des opérations préliminaires. On développe souvent trop ce chapitre. Les étudiants qui commencent l'étude de l'analyse ont déjà effectué au laboratoire un grand nombre de ces opérations. Est-il vraiment utile de décrire et de figurer toutes les variétés de mortiers et de becs de gaz qui sont sur les tables de n'importe quel laboratoire? Les éditeurs pensent souvent augmenter la valeur d'un ouvrage en le bourrant de figures dont ils possèdent les clichés : c'est là une erreur; les seules figures utiles suffisent.

L'auteur s'est étendu longuement sur l'étude des réactifs et des caractères analytiques des métaux, des métalloïdes et de leurs dérivés, des composés du carbone.

On peut dire que cette étude est le fondement de l'enseignement de l'Analyse. Regrettons seulement de ne voir ici aucune figure relative aux essais microchimiques. Il faut habituer les élèves à se servir souvent du microscope et leur montrer la forme des cristaux à observer.

Vient ensuite la marche systématique de l'analyse qualitative, précédée d'un nombre d'essais préliminaires trop grands, si l'on considère qu'ils conduisent rarement à des résultats précis.

L'auteur donne avec raison une seule méthode de séparation applicable aux bases, et ne considère pas le cas simple où il n'existe qu'un seul sel. Il est, en effet, parfaitement inutile de faire apprendre successivement aux élèves une marche simple et une plus complexe, puisque la seconde seule est applicable dans les cas usuels et se simplifie d'elle-même s'il y a lieu.

Cette marche systématique a été un peu écourtée par l'auteur. Il eût été utile de donner le moyen d'effectuer, pour chaque base, les vérifications analytiques, à partir de la forme sous laquelle on l'isole au cours de l'analyse. Les élèves font souvent les vérifications d'une manière imparfaite; or, ce sont elles qui conduisent à la certitude en Analyse qualitative.

Il est aussi très important d'indiquer les cas où la marche donnée s'applique imparfaitement et où il est avantageux de la modifier pour éviter certains entraînements.

Mais l'auteur a sans doute pensé que ces compléments, nécessaires pour l'application de la marche systématique, doivent être enseignés au laboratoire.

D'ailleurs, il faut dire que ce Précis s'adresse aux étudiants en pharmacie, qui ne consacrent que peu d'heures aux études pratiques de Chimie.

Les caractères détaillés des bases et des acides, les opérations analytiques les plus fréquentes, la séparation de deux ou trois éléments dans les cas simples, c'est là tout ce qu'on peut espérer apprendre aux meilleurs parmi ces étudiants.

M. Barral a, du reste, adapté son précis aux besoins des études de pharmacie, en insistant sur les réactions d'un grand nombre de corps organiques, des alcaloïdes et des principaux médicaments nouveaux.

MARCEL GUICHARD,
Chef de travaux
à l'Institut de Chimie appliquée de Paris.

3° Sciences naturelles

Forel (F.-A.), Professeur à l'Université de Lausanne.
— *Le Léman. Monographie limnologique.* — 3 vol.
gr. in-8° de 543-631-745 pages avec figures et cartes.
F. Rouge et C^e, éditeurs. Lausanne, 1892-1904.

Il est certains ouvrages qui apparaissent sans faire grand bruit, en quelque sorte timidement, sans avoir daigné faire appel à la réclame, ce puissant agent du succès à notre époque. Ces livres, dans lesquels un savant a mis son existence entière, ne sont d'abord connus que d'un petit nombre de personnes qui s'en servent, ne tardent pas à constater leur indispensable utilité, les admirent, en parlent autour d'elles, et voici que leur réputation se crée, grandit, se répand, et, lentement, ils prennent enfin la place dont ils sont dignes, œuvres magistrales, véritables modèles que, désormais, chacun devra s'efforcer d'imiter. J'ai l'heureuse fortune d'avoir à m'occuper d'un pareil livre. Je l'ai lu et relu; dans ses premières ébauches, mémoires parus il y a bien longtemps, j'ai puisé les éléments d'une science à laquelle, plus tard, je me suis consacré tout entier, et maintenant je ne forme qu'un vœu, c'est de parvenir à communiquer un peu de la profonde et sincère admiration que je ressens pour lui.

L'ouvrage est intitulé *Le Léman*, monographie limnologique, et son auteur est le Dr F.-A. Forel, de Morges, ancien professeur à l'Académie de Lausanne. Il est en trois volumes, dont le premier a paru en 1892, le second en 1895, le troisième et dernier en 1904. Il avait été précédé par un grand nombre de publications et mémoires traitant de points de détail, insérés particulièrement dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles* de la Bibliothèque universelle de Genève, dans les *Bulletins de la Société vaudoise des Sciences naturelles* et dans divers autres recueils.

L'utilité d'un pareil livre est considérable et sa portée est beaucoup plus étendue que celle qu'on serait tenté d'attribuer à une simple description, si parfaite et si détaillée qu'elle soit, d'un point particulier quelconque de la surface terrestre. Voici pour quels motifs :

On sait combien l'étude des eaux est devenue importante : eaux salées océaniques, eaux douces continentales, la connaissance des phénomènes de tous genres s'accomplissant au sein des eaux mène directement à celle des événements qui se sont accomplis à la surface du Globe, de sorte qu'en laissant de côté les phénomènes éruptifs, l'histoire des eaux est celle du passé de la Terre. Or, je ne crois pas faire acte de partialité d'océanographe en prétendant que, pour connaître la mer, le bon sens oblige à étudier celle-ci non seulement par des observations et des mesures directes, mais en guidant ses investigations et en contrôlant sans cesse les conclusions auxquelles on est parvenu par l'analyse et la synthèse expérimentales dans le laboratoire d'abord et ensuite dans le lac, intermédiaire évident entre le laboratoire qui est petit et l'océan qui est immense. Je demeure fidèle à l'admirable méthode de Mohr, consistant à adresser à la Nature des questions auxquelles elle répond toujours. Il ne faut pas se borner, lorsqu'on peut faire autrement, à regarder en se croisant les bras; le savant doit être un actif et non un passif.

Le Dr Forel a suivi les préceptes de cette doctrine. Habitant les bords du Léman, son intelligence curieuse des choses de la Nature a été frappée, dès l'enfance, par la multiplicité des phénomènes qui avaient lieu sous ses yeux et il en a cherché l'explication. Armé d'une instruction aussi solide que variée, mise au service d'une extrême habileté d'expérimentateur, il a commencé ses travaux. Mais il a été surtout servi par une merveilleuse sagacité, par un esprit éminemment simplificateur, qui lui permettait en quelque sorte de disséquer chaque manifestation naturelle, afin d'en éliminer les causes accessoires et de s'attaquer dès le début aux causes vraiment essentielles. De telles qualités, rares chez les hommes de science, le sont cependant

moins encore que l'humble bon sens. Les explications du Dr Forel présentent de la façon la plus marquée ce caractère d'être des explications de bon sens. Rien n'égale la simplicité des instruments dont il a fait usage pour ses travaux; elle est d'autant plus méritoire qu'il est aujourd'hui de mode de faire de la science coûteuse, et que trop souvent le dernier des attrape-science croirait déroger s'il n'employait, pour ses moindres tâtonnements, les appareils les plus perfectionnés. Certes, rien ne se fait de rien; mais le proverbe que les bons ouvriers ont toujours de bons outils est plus vrai qu'on ne le pense, et M. Forel l'a bien prouvé. Comme drague, il prend un râteau de jardinier ou un seau d'enfant; son plémyramètre, qui l'a aidé à faire la plus belle peut-être de ses découvertes, celle de la théorie des seiches, se compose d'un baquet, d'un bout de tube en verre et d'un tube en caoutchouc. Il est douteux que la valeur totale de son matériel d'investigation dépasse quelques francs; il a remplacé le luxe par l'ingéniosité et n'en est pas moins arrivé d'une façon parfaitement rigoureuse au but qu'il se proposait.

Un autre caractère de son œuvre est celui-ci : bien qu'étudiant dans ses plus petits détails un lac unique, qui est, en définitive, ce qu'un physicien ou un mathématicien appellerait un cas particulier, par conséquent d'un intérêt assez secondaire, M. Forel a toujours su trouver une loi générale s'appliquant à tous les lacs et même à toutes les eaux. Il est des travaux très respectables, très longs, très sérieux, très exacts, ayant exigé une énorme somme de besogne et dont la valeur est, en réalité, nulle, parce que, ne généralisant pas, se bornant à la description d'un ou de plusieurs faits parmi les milliards de milliards de ceux qui s'effectuent chaque jour dans le monde, ils demeurent étroitement cantonnés et n'élargissent en rien le domaine de l'intelligence. L'homme de science digne de ce nom est bien forcé, par son humble humanité dont il lui est impossible de se détacher, de ne s'attaquer qu'à des cas particuliers; cependant, dans ses efforts, il ne cesse point de penser au cas général. Dans la feuille d'arbre il regarde la végétation entière, dans le grain de sable le globe terrestre, dans la goutte d'eau l'océan. En agissant autrement, il sera peut-être un « sachant », mais jamais un « savant ».

Le Léman traite de tout ce qui se voit, s'accomplit sur le Léman, sur ses rivages, au fond de son lit, au sein de ses eaux. Résumer chacun de ses chapitres transformerait notre compte rendu en un petit volume qui, du reste, a été écrit par le Professeur Forel. Il a en effet publié, il y a déjà plusieurs années, en un nombre restreint de pages, les principaux faits qu'il a constatés et les principaux phénomènes qu'il a élucidés. Nous nous bornerons à énumérer les grandes divisions de l'ouvrage.

Le premier volume, après une brève description des instruments employés pour les recherches limnologiques, traite de la géographie du lac, de son hydrographie, de sa géologie, de sa climatologie et de son hydrologie, c'est-à-dire son bassin d'alimentation, ses affluents, le Rhône du Valais et le Rhône de Genève, que, pour ainsi dire, il équilibre; enfin, il s'occupe de sa limnimétrie, étude des variations périodiques et accidentelles du niveau de ses eaux. Je n'ose entrer dans le détail, et pourtant je ne peux pas ne pas mentionner le passage de la préface qui contient une si vraie définition de la Géographie : « application et utilisation des lois et faits constatés par les diverses sciences physiques et naturelles », et où l'auteur s'excuse, lui qui a trouvé le moyen de parler avec tant de compétence de tout ce qui touche à « son » lac, de n'être pas un encyclopédiste. Toute la préface est à lire et à méditer. Pour en donner une idée aux lecteurs de la *Revue* sans trop dépasser les limites d'un article, il me faudrait y supprimer un certain nombre de phrases. Or, je n'ai pas le courage de faire un choix et d'éliminer les moins importantes, car il n'en est aucune que je ne juge être la plus importante.

Le second volume traite d'abord de l'hydraulique, et la majeure partie de ce chapitre est consacrée à l'étude des seiches, oscillations périodiques rythmées de l'eau des lacs, qui vibrent comme le ferait une corde tendue rendant, sous le doigt ou sous l'archet, une note variable selon les circonstances. Il en résulte que les lacs et la mer elle-même émettent un chant, tantôt plus grave, tantôt plus aigu, harmonieux pour certains d'entre eux, faux pour certains autres, de sorte que l'on retrouve, reprises, démontrées avec la rigueur de la science moderne et par les plus rigoureuses d'entre elles, les Mathématiques et la Physique, les antiques rêveries de Pythagore sur l'harmonie des mondes. M. Forel a eu le talent ou mieux l'art de découvrir la loi de ces phénomènes, et leur secret, élucidé par lui dans le Léman, lui a permis, comme application, de comprendre les courants inverses de l'Euripe, ce fameux canal séparant l'Eubée du continent de la Grèce, dans lequel s'était, dit-on, précipité Aristote, désespéré de n'avoir pu trouver une cause devenue si simple maintenant que M. Forel en a débrouillé les difficultés. Viennent ensuite les chapitres concernant respectivement la thermique, l'optique, l'acoustique et la chimie du lac. Dans presque tous, l'auteur réussit à faire une découverte, à établir, comme, par exemple, en Optique, dans la détermination de la coloration des lacs, un procédé ingénieux de mesure, une gamme de couleurs facile à reproduire et qui est devenue classique aussi bien pour les eaux douces que pour les eaux salées.

Le troisième volume est consacré à la Biologie. M. Forel décrit les conditions du milieu, les diverses sociétés lacustres d'animaux et de végétaux, depuis les Mammifères et les Oiseaux jusqu'aux Infusoires ainsi que les plantes, les Algues, les Diatomées et le plancton; il expose le mode de groupement de ces sociétés, leurs caractères, leurs mœurs, leur genèse. Et, sans cesse, il passe du fait observé aux lois générales, la circulation de la matière organique, la finalité dans les sociétés lacustres, sans négliger d'autres faits, en apparence moins importants et toutefois curieux à connaître, comme, par exemple, les galets sculptés et la confection de ces pelotes fibreuses d'origine animale ou végétale qu'on rencontre aussi bien sur le rivage du Léman que sur certaines de nos plages maritimes françaises, en Méditerranée, près d'Agay, par exemple.

Vient ensuite l'histoire moderne et surtout ancienne du lac et particulièrement celle des peuplades qui ont construit les palafittes, leur industrie, leur commerce, leurs mœurs funéraires, leur anthropologie, leur état de civilisation. Un autre chapitre a pour objet la navigation dans le cours des âges, depuis le canot du palafitteur, creusé dans un tronc d'arbre, jusqu'au bateau à vapeur dont les roues battent aujourd'hui les eaux bleues du Léman. Le dernier chapitre traite de la pêche.

L'auteur termine en exposant en quelques pages les conclusions auxquelles il a été conduit et ce qu'il nomme « ses réflexions finales ». Elles ont une haute portée philosophique. Selon lui, « un lac est, à tous les points de vue, un individu géographique. Sous quelque face qu'on le considère, qu'on étudie sa physique, sa chimie, sa géologie, sa minéralogie, son hydrologie, sa biologie, il est un individu spécial, caractérisé par des grandeurs, par des valeurs, par des faits, par des choses à lui propres. Chacun de ces détails suffit presque à le définir ou, tout au moins, à le distinguer de ses congénères. De même qu'il n'y a pas deux îles, deux montagnes, deux fleuves qui soient identiques, de même chaque lac diffère de tous les autres par les détails de ce qu'on peut appeler son organisation ou sa vie, s'il est permis d'appliquer ici ces termes de biologie ». Moi-même, j'ai été amené à une conclusion analogue en étudiant la mer, et j'ai constaté que, dans la masse entière des eaux de l'océan, il n'y a pas réellement deux gouttes identiques. Et, cependant, tous ces lacs de la surface des continents, toutes ces gouttes d'eau de l'océan sont régis par des lois d'ensemble, que leur di-

versité même permet plus facilement de découvrir. Ainsi apparaît l'effroyable complication à laquelle parvient la Nature à force même de simplicité, en accumulant en nombre infini les simplicités en une manifestation unique qui est le phénomène. Plus loin, l'auteur appuie sur l'excellence de la méthode qu'il a employée, d'étudier complètement un espace restreint pour, de là, remonter du simple au compliqué, du particulier au général. Combien il serait désirable que pareille méthode fût toujours appliquée en Océanographie, maintenant qu'on connaît dans ses grands traits l'économie de la mer, et qu'au lieu de ces expéditions qui prétendent examiner la moitié du globe, sinon le globe tout entier, des esprits vraiment assez indépendants pour ne pas se soucier du suffrage des foules — qui, lorsqu'il a le choix entre une vaine gloire tapageuse et une œuvre grande et modeste d'apparence, n'hésite jamais à applaudir la première — s'attachassent à l'étude complète d'un coin limité. Il est vrai que, dans ce cas, on ne saurait trop le répéter, il ne faudrait pas cesser de regarder le général à travers le détail. D'ailleurs, à notre époque où les sciences cataloguées ont été l'objet de tant de travaux, comment ne comprend-t-on pas que les véritables champs de découvertes sont ces espaces intermédiaires entre deux ou plusieurs branches de connaissances, régions frontières pour l'exploration desquelles il ne suffit pas seulement d'instruction, mais d'intelligence, de sagacité de flair, qui est l'intégrale d'une longue expérience, d'une série prolongée d'investigations personnelles, de luttes avec la Nature afin d'en dévoiler les mystères? Et, plus loin encore, M. Forel fait un nouveau retour sur ce qu'est réellement la Géographie : « La description de la Terre, dit-il, n'est pas l'énumération et la description individuelles de chacune des catégories d'êtres et de choses qui se rencontrent sur notre planète: c'est bien plutôt le tableau d'ensemble offert par la réunion de ces diverses catégories, par leurs rapports les uns avec les autres, par les réactions qu'elles reçoivent du milieu dans lequel elles sont plongées et qu'elles produisent sur ce milieu...; la Géographie aspire à embrasser dans une vaste généralisation l'ensemble des sciences qui traitent de la Terre et de ses habitants, c'est-à-dire toutes les sciences humaines. »

Faut-il croire que l'étude des lacs soit épuisée, ou même l'étude du Léman? Bien au contraire, l'auteur lui-même énumère la liste des points encore douteux ou insuffisamment étudiés, qu'il connaît mieux que personne. Et puis, la science, même en s'appliquant au plus humble sujet, parviendra-t-elle jamais à atteindre la limite que l'esprit de l'homme croit quelquefois apercevoir si près de lui. Il en est comme de ces étoiles que l'œil distingue nettement et dont pourtant la lumière met presque des siècles de siècles à nous parvenir. L'homme voit au-delà et il est condamné à rester éternellement en-deçà.

L'ouvrage de M. F.-A. Forel est un beau livre et un livre utile, tellement utile qu'il mérite d'être le bréviaire de tout limnologue et de tout océanographe. Quand un savant a consacré sa vie à une pareille œuvre et qu'il l'a menée à bien, quand il a résolu les problèmes qu'il s'était posés, et qu'il est ainsi parvenu au bout de sa tâche, il peut se reposer un instant, car il a élevé un monument. Un soir, sur les bords de ce même lac Léman, l'Anglais Gibbon, après avoir écrit la dernière ligne des nombreux volumes de son Histoire du Bas-Empire, raconte qu'il déposa sa plume, éteignit la lampe qui, pendant tant d'années, avait éclairé son travail; il descendit dans son jardin et seul, sous la voûte étoilée, au milieu du calme de la nuit, en face de l'espace immense qui s'étendait devant lui, la nappe unie des eaux et, au loin, la masse imposante des montagnes dont les cimes se détachaient sur le ciel, il sentit son âme se remplir d'une joie infinie. Le Dr F.-A. Forel a le droit d'éprouver le même sentiment.

F. THOULET,
Professeur à l'Université de Nancy.

Colson (Léon), *Ancien élève de l'École Polytechnique, Président de la Chambre de Commerce de la Réunion.* — **Culture et Industrie de la Canne à sucre aux Iles Hawaï et à la Réunion.** — 1 vol. in-8 de 432 p. A. Challamel, éditeur. Paris, 1903.

La culture de la canne et la fabrication du sucre, qui forment l'une des principales ressources de la Réunion, constituent une question vitale pour notre colonie de l'Océan Indien. En prévision de l'application des décisions de la Convention de Bruxelles, de nature à rendre plus aiguë la crise qui sévit sur l'industrie sucrière coloniale, la Chambre d'Agriculture de la Réunion fut amenée à rechercher comment, dans certaines colonies étrangères, le sucre peut être produit à meilleur marché que dans l'île, et par quel moyen le planteur et l'usiner retirent de la canne un rendement plus élevé.

Dans ce but, un questionnaire très complet fut adressé aux consuls français des îles Hawaï et de Java, concernant la culture et l'industrie de la canne à sucre, qui, dans ces pays, sont prospères. Les documents, abondants et précis, envoyés par le consul d'Honolulu, furent examinés par une Commission de la Chambre d'Agriculture, présidée par M. Colson, et c'est ce dernier qui s'est chargé de rédiger, d'après ces documents et d'après ses propres observations, l'ouvrage actuel.

Le livre est divisé en quatre parties : 1° culture de la canne en Hawaï ; 2° fabrication du sucre en Hawaï ; 3° culture de la canne à la Réunion ; 4° fabrication du sucre à la Réunion. Chacun de ces points est exposé d'une façon remarquable, et l'ensemble constitue un véritable traité de la culture et de l'industrie de la canne à sucre, où rien n'est oublié : géographie, nature du sol, plantation, rejets, engrais, irrigation, labour, assolements, variétés de cannes, rendement à l'hectare, maladies de la canne, main d'œuvre, frais de coupe, mode de transport, prix de revient, etc.

De cette étude, il ressort, notamment, que la production du sucre aux îles Hawaï a atteint en 1901 :

Pour les plantations irriguées, 43.900 kilogs par hectare ; pour les plantations non irriguées, 7.400 kilogs par hectare, alors que, en 1895, les rendements avaient été seulement de 8.700 et de 6.000 kilogs par hectare.

Ce résultat est dû aux perfectionnements apportés dans les méthodes de culture et de fabrication. Grâce au concours d'une Station expérimentale, très libéralement dotée par les planteurs et sagement dirigée par d'habiles chimistes, les producteurs de sucre de l'archipel ont appris à faire un emploi judicieux des engrais chimiques et de l'irrigation ; ils ont adopté les instruments aratoires modernes, installé des usines puissantes, pourvues d'un outillage perfectionné. Ils n'ont point tardé à recueillir les fruits des sacrifices qu'ils s'étaient imposés.

À la Réunion, il a déjà été beaucoup fait dans cette voie. En effet, si l'on compare les prix de revient des cannes rendues à l'usine dans cette colonie et aux îles Hawaï, on constate que la différence est peu sensible. Là où les Réunionnais sont inférieurs aux Hawaïens, c'est à l'usine. En effet, les pertes du sucre contenu dans la canne s'élèvent, d'un côté, à 35,81 %, tandis que, de l'autre, elles ne sont que de 15 %. Ce n'est pas tout : d'un côté, les frais de fabrication, par 100 kilogs de sucre emballé, sont de 6 fr. 63 ; de l'autre ces mêmes frais sont réduits à 4 fr. 74. L'outillage, qui a été presque complètement renouvelé à la Réunion il y a une quarantaine d'années, est devenu imparfait.

Comme, sous le régime actuel de la propriété, rien ne peut, à la Réunion, remplacer la canne à sucre, il faut arriver à lui faire rendre le maximum au champ et à l'usine. Comment y parvenir ? Par la concentration du travail et l'emploi d'un outillage puissant. M. Colson propose de créer des usines centrales, en y adaptant les plus récents progrès de la machine. C'est aussi à cette conclusion que paraissent s'être ralliés tous ceux qui, à la Réunion, se sont occupés de la question.

Nous souhaitons que le beau travail de M. Colson prépare les voies à la solution de ce difficile problème.

4° Sciences médicales

Potocki (J.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Accoucheur des Hôpitaux, et Branca* (A.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **L'Œuf humain et les premiers stades de son développement. Eléments d'Embryogénie, avec une préface du Professeur A. PINARD.** — 1 vol. in-8°, de 196 pages, avec 400 figures dans le texte et 7 planches en couleurs (Prix : 10 fr.). Steinheil, éditeur. Paris, 1904.

C'est spécialement pour les médecins, et plus particulièrement pour les accoucheurs, que ce livre d'embryologie humaine, débarrassé de l'organogénie, et réduit à l'embryogénie proprement dite, a été écrit ; il forme une introduction aussi nécessaire que savante à l'étude de l'obstétrique, que tout accoucheur se sentira désormais tenu d'avoir lue. Les anatomistes eux-mêmes auront grand intérêt à posséder cet ouvrage, mise au point excellente de la série de questions qui se posent à chacun des stades successifs des premiers développements de l'homme ou de tout autre être. Ils en trouveront un clair exposé, très suffisamment documenté, illustré de bonnes figures, dont plusieurs originales. Ils n'y trouveront pas, à propos de certaines questions, telles que celle de la gastrula, le reflet, peu instructif même pour un embryologiste de profession, des controverses, d'allure bien scholastique, qui se sont élevées sur le point de savoir si, dans le processus d'invagination, les cellules sont actives ou sont entraînées passivement, ce qu'est un entoderme gastruléen, et sur tant d'autres points théoriques. Les auteurs, en évitant ces discussions, qui sont l'affaire des professionnels de l'Embryologie, ont agi sagement. Grâce à cet éclectisme didactique, grâce à une excellente documentation bibliographique, grâce enfin à la parfaite exécution matérielle de l'ouvrage, MM. Potocki et Branca ont pu écrire, pour les médecins et pour les anatomistes, un livre très utile et très agréable à consulter.

A. PRENANT,

Professeur à l'Université de Nancy.

Hoche (L.), *Chef des travaux d'Anatomie pathologique à la Faculté de Médecine de Nancy.* — **Les Lésions du Rein et des Capsules surrénales.** — 1 vol. in-8° de 328 pages avec 81 planches photographiques et 87 figures microphotographiques, avec la collaboration de M. BRUQUET, *Préparateur d'Anatomie pathologique.* (Prix : 12 fr.). Masson et Co, éditeurs. Paris, 1904.

Ce traité constitue une riche collection de reproductions fidèles de pièces pathologiques. Comme le fait remarquer le Professeur Cornil dans sa Préface, grâce à l'organisation toute spéciale et unique en France de l'enseignement de l'Anatomie pathologique à Nancy, les auteurs ont eu à leur disposition des documents précieux et abondants. Il serait à souhaiter que, dans toutes nos Facultés, comme à Nancy et comme en Allemagne d'ailleurs depuis longtemps, toutes les nécropsies fussent faites à l'hôpital par le professeur d'Anatomie pathologique et ses assistants, en présence du médecin chef de service. Cette organisation permettrait la création de collections aussi riches qu'utiles et bien des pièces inutilisées pourraient servir à l'instruction de nos étudiants.

La valeur du livre de M. Hoche consiste essentiellement dans les fort belles planches photographiques qu'il offre à chaque page. C'est ce qui explique la concision peut-être un peu trop grande des descriptions. Mais M. Hoche n'a pas voulu écrire un traité théorique des lésions du rein et des capsules surrénales ; il a visé surtout « à familiariser les étudiants fréquentant le laboratoire avec les divers aspects macroscopiques correspondant aux lésions histologiques qu'ils étudient au microscope ». En lisant l'ouvrage de M. Hoche, on voit que l'auteur a le droit de se dire qu'il a réalisé son but.

J.-E. ABELOUS,

Professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Mars 1905.

M. J. H. van't Hoff est élu Correspondant pour la Section de Mécanique.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Bassot annonce de Nice la découverte d'une nouvelle comète Giacobini de 12^e grandeur. — M. R. Gautier a calculé les éphémérides permettant de rechercher en 1905 le passage de la première comète périodique de Tempel (1867 II); il a tenu compte des perturbations exercées par Jupiter. — M. L. Lecornu ne pense pas que la loi de Coulomb sur le frottement de glissement soit incompatible avec les principes de la Mécanique; il demeure loisible d'imaginer l'existence de solides élastiques obéissant à cette loi.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Boussinesq étudie la construction, dans un milieu opaque, des rayons lumineux qui y pénètrent par une face plane. — M. Ch. Fabry signale un nouveau dispositif pour la séparation des diverses radiations dans l'emploi des méthodes de spectroscopie interférentielle. — M. Guinchant présente un électromètre à sextants et à aiguille neutre, où les forces électriques agissent par influence seulement sur l'aiguille mobile. La théorie et la formule de l'instrument sont les mêmes que pour l'électromètre à quadrants. — MM. W. de Fonvielle et P. Borde, estimant, avec M. Clayton, que l'effet d'une éclipse sur le mouvement de l'atmosphère doit être analogue à celui d'un coucher et d'un lever de soleil successifs, ont organisé, pour la prochaine éclipse solaire, une ascension en ballon dans laquelle on fera des observations météorologiques. — M. G. Friedel considère que l'hypothèse réticulaire implique une donnée d'observation indépendante de la loi d'Haüy et qui peut s'exprimer le plus simplement de la façon suivante : Il n'existe pas, dans les cristaux, d'axe ternaire irrational. — M. M. Berthelot a étudié les vases en silice fondue, employés aujourd'hui en Chimie pour atteindre des températures de 1500° à 1500°. Il a reconnu qu'ils ne sont pas impenétrables aux gaz et aux vapeurs, contrairement aux vases de verre; ils se comportent jusqu'à un certain point comme des membranes animales, susceptibles d'endosmose et d'exosmose. — MM. A. Guntz et H. Basset jun., ont déterminé les chaleurs de formation de l'hydrure et de l'azoture de calcium; elles sont respectivement de +46,2 cal. et +112,2 cal. — M. Ph. Landrieu a déterminé par deux méthodes les chaleurs de formation des oximes à partir des aldéhydes et acétones et de l'hydroxylamine; les valeurs obtenues varient de 10 à 12 calories. — M. R. Lespiau : Etudes cryoscopiques faites dans l'acide cyanhydrique (voir p. 401). — M. Alb. Colson a reconnu que la décomposition du carbonate de plomb, comme celle du carbonate d'argent, est réversible quand on détruit les polymérisations produites par la température. Une complète absence d'eau s'oppose à la reconstitution des carbonates et ralentit leur décomposition. — MM. C. Matignon et G. Desplantes ont constaté que la présence d'ammoniaque rend possible ou active à la température ordinaire l'oxydation lente d'un grand nombre de métaux : Hg, Ag, Ni, Co, Mo, Tu, etc. — M. P. Nicolardot montre que l'éthylate ferrique soluble n'existe pas plus que l'hydrate ferrique soluble. — MM. L. Hugouenq et A. Morel, en partant de la carbimide de l'éther éthylique de la leucine, ont obtenu l'acide leucinehydantoïque, F. 200°, l'urée mixte de la leucine et de l'aniline, F. 115°, et l'urée symétrique de la leucine, dif-

ficilement cristallisable. — M. M. Francois a préparé quatre iodomercurates de pyridine par l'action d'une solution d'iodhydrate de pyridine sur l'iodure mercurique; ils sont décomposés en partie par l'eau. — MM. P. Sabatier et A. Mailhe, par l'action du chlore gazeux sur le méthylcyclohexane issu de l'hydrogénation du toluène, ont obtenu un produit monochloré et des dérivés chlorés supérieurs. Le produit monochloré est formé de 2,5 de chlorure secondaire ortho et de 3/5 de chlorure secondaire méta. — MM. E. Bourquelot et H. Hérissé ont reconnu que le composé odorant des racines de Benoîte provient du dédoublement d'un glucoside, qu'ils nomment *géine*, par une enzyme, qu'ils nomment *géase*. Ce composé odorant est l'eugénol. — MM. A. Desgrez et M^{lle} B. Guende ont observé que l'élaboration de la matière protéique dans l'organisme est diminuée sous l'influence de la dyscrasie produite par l'acide phénylpropionique. Avec un acide à liaison éthylénique, cette dernière compense l'influence défavorable exercée par le groupe carboxylique. — M. A. Chevallier a constaté que deux eaux de mer ayant même densité à 0° peuvent contenir des poids différents de sels; mais deux eaux de mer de même densité n'auront même salinité qu'autant que la composition chimique sera identique.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. P. Berger signale un cas d'ostéomalacie ayant déterminé des déformations extrêmes du squelette et terminé par une rétrocession spontanée des lésions. — M. J. Bergonié a observé une action nettement favorable des rayons X dans plusieurs cas d'adénopathies tuberculeuses non supprimées; ils ont amené la régression des ganglions tuméfiés traités. — MM. A. Laveran et F. Mesnil ont reconnu que le surra de Maurice est de même espèce que le surra de l'Inde. On peut admettre, à l'heure actuelle, pour le surra, trois variétés qui sont, par ordre de virulence décroissante : le surra de l'Inde, le surra de Maurice et la Mbori. — M. J. Baudran a fait agir le permanganate de calcium sur les toxines tétanique et diphtérique et sur la tuberculine. Ces toxines, injectées avec la même dose de toxine modifiée, simultanément ou douze heures auparavant, n'ont pas d'action nocive sur les animaux. — M. J. Tribot a déterminé les chaleurs de combustion des tissus nerveux et musculaire en fonction de l'âge chez le cobaye. Les courbes présentent entre elles une grande analogie et se rapprochent des courbes relatives à la croissance en poids. — M^{lle} M. Stefanowska a étudié la croissance en poids du cobaye : très rapide à partir de la naissance, elle diminue au fur et à mesure que l'animal avance en âge. — M. E. Yung a recherché la cause des variations de longueur de l'intestin chez les larves de la *Rana esculenta*. Le raccourcissement serait dû au jeûne qu'observent tous les têtards pendant leur métamorphose. — M. Ch. Gravier a découvert un Polynoldien nouveau, commensal d'un Balanoglosse du golfe de Californie, auquel il a donné le nom de *Lepidasthenia Diqueti*. — M. C. Cavallier annonce la découverte d'une couche de houille de 0^m,70 d'épaisseur dans un sondage entrepris à Pont-à-Mousson et à une profondeur de 819 mètres. — M. R. Nicklès donne quelques renseignements sur les sondages effectués à Eply et à Lesménis dans la même région. L'un a atteint une petite couche de houille à 691^m,50; l'autre a atteint le houiller à 776 mètres, mais n'a traversé que de faibles filets charbonneux. — M. F. Laur confirme la note de M. Cavallier; la couche rencontrée paraît être la même que celle d'Eply; elle s'étendrait donc sur 6 à 7 kilomètres au moins. — M. R. Zeiller a examiné les empreintes végétales re-

cueillies dans les sondages de Pont-à-Mousson et d'Eply. Elles montrent que les couches de houille traversées appartiennent à l'étage westphalien, c'est-à-dire le même que celui des houillères de Sarrebruck. — **M. H. Douvillé** a étudié les fossiles nombreux recueillis par **M. de Morgan** au cours de ses voyages en Perse; ils permettent de reconstituer à peu près complètement l'histoire géologique du pays. — **M. A. Leduc** montre que les corps qui se sont solidifiés à la surface de la Terre encore liquide n'avaient pas la même composition chimique que le milieu liquide ambiant. S'ils étaient moins denses, ils ont flotté à la surface et formé la première ébauche de la lithosphère.

Séance du 3 Avril 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Em. Picard** démontre d'une façon très simple que le nombre des intégrales de différentielles totales de seconde espèce d'une surface algébrique est le double du nombre des intégrales de première espèce. — **M. F. Severi** arrive au même résultat en se plaçant au point de vue analogue à celui du théorème d'Abel pour les courbes. — **M. M. Bôcher** présente ses recherches sur les équations différentielles linéaires du second ordre à solution périodique. — **M. E. Traynard** démontre que toute surface du 4^e degré contenant une configuration de 32 droites telles que chacune en rencontre 10 autres d'une façon spéciale est une surface hyperelliptique. — **MM. Eug. et Fr. Cosserat**, poursuivant leurs recherches sur la dynamique du point et du corps invariable dans le système énergétique, arrivent au théorème : Si un corps invariable, qui n'est sollicité par aucune force extérieure, commence à être animé d'un mouvement hélicoïdal autour d'un axe principal de l'ellipsoïde central d'inertie, il continue indéfiniment à être animé du même mouvement hélicoïdal autour du même axe. — **M. Giacobini** envoie les éléments et l'éphéméride de la nouvelle comète qu'il a découverte le 25 mars à l'Observatoire de Nice. — **M. G. Bigourdan** communique ses observations de la même comète, faites à l'Observatoire de Paris. — **M. E. Maubant** a calculé les éléments provisoires de la comète à l'aide des observations de **MM. Giacobini** et **Bigourdan**.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **MM. H. Deslandres** et **d'Azambuja** ont étudié les variations des spectres de bandes du carbone et ont observé de nouvelles bandes entre λ 410 et λ 330, qu'on obtient avec des électrodes de Cu, d'Ag et d'Al et en se servant d'une excitation avec inductance et capacité. — **M. L. Besson** a observé le 25 mars 1905, à l'Observatoire de Montsouris, un halo extraordinaire, qui a présenté, en outre du cercle et des parhélies ordinaires de 22°, deux arcs irisés anormaux. — **M. M. Berthelot** présente un certain nombre d'expériences qui tendent à infirmer les conclusions tirées de l'emploi des tubes chaud et froid et relatives à la formation de certains corps gazeux aux hautes températures et sous leur seule influence. — **M. A. Granger**, en employant l'anhydride tungstique comme colorant céramique au feu de moufle, a obtenu, dans certaines conditions, une belle coloration jaune. Mais l'introduction de l'anhydride tungstique dans les couvertes amène, dans certains cas, l'opacification. — **M. Billy** a observé que l'anhydride sulfureux réagit sur le magnésium en présence d'alcool absolu, pour donner un hydrosulfite. — **M. V. Auger**, en faisant réagir le chlorure d'acétyle ou l'anhydride acétique sur le lactate de chaux ou l'acide lactique, a obtenu l'acide acétyl-lactique, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{O.COCH}_3)\text{COOH}$, F. 39°-40°. — **M. G. Gustavson** a reconnu que les ferments chloraluminiques, qui se forment en premier lieu, avec production de chaleur, quand les chlorures alcooliques sont mis en présence du benzène et du chlorure d'aluminium, sont doués d'une propriété remarquable de s'unir simultanément avec les carbures et le gaz chlorhydrique. — **M. P. Breteau**, en hydrogénant le phénanthrène par la méthode de **MM. Sabatier** et **Sanderens**, a obtenu un hexahydure de phénanthrène, C_3H^{16} ,

Eb. 305°-307°, et un octohydure, C_3H^{18} , Eb. 280°-285°. — **M. J. Minguin** a mis en évidence l'exaltation du pouvoir rotatoire sous l'influence de la double liaison dans les butyrate et crotonate d'amyle et de bornyle. — **M. E. Roux** a reconnu que la rétrogradation est une propriété commune à toutes les formes bleuissant par l'iode, naturelles ou artificielles, de la matière amyliacée. Le produit résultant de la rétrogradation ne se dissout qu'à la température à laquelle l'amidon primitif, artificiel ou naturel, était lui-même soluble et devient ainsi saccharifiable.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. R. Anthony** a étudié la constitution de l'arête ligamentaire et l'évolution du ligament chez les Acéphales actuels analogues aux Rudistes (*Aetheriidae*). — **M. René Maire** a constaté le caractère hétérotypique de la première mitose de l'asque chez les Ascomycètes; c'est un argument de plus en faveur de l'hypothèse qui admet l'existence d'une réduction numérique des chromosomes immédiatement après la karyogamie qui se produit dans cet organe. — **M. L. de Launay** montre le rôle possible des charriages dans la formation des gîtes métallifères et les conclusions pratiques qu'on en peut tirer au point de vue de la continuité industrielle des gîtes. — **M. G. B. M. Flamand** a examiné des schistes argileux à empreintes de graptolithes provenant de Haci-el-Khenig (Sahara central); cette faune, caractéristique du Silurien, établit définitivement la présence des assises de ce système dans le Sahara central. — **M. Em. Haug** a reconnu, par l'étude de fossiles provenant de la région, qu'au nord du Tassili le Dévonien inférieur supporte directement une série carbonifère comprenant le Moscovien et l'Ouralien, à l'exclusion du Dinantien. — **M. Grand-Eury** a découvert des frondes de *Pecopteris Pluckeneti* Schl. auxquelles sont fixées des centaines de petites graines bien conformées; cette fougère est donc à élever au rang de Gymnosperme et à placer auprès des Cycadées.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 28 Mars 1905.

M. Chauvel présente un Rapport sur un Mémoire du **D^r F. Lagrange** relatif aux variations de l'astigmatisme cornéenne avec l'âge. Chez les myopes, l'astigmatisme augmente généralement avec l'âge et diminue très rarement; chez les hypermétropes, au contraire, il y a presque toujours diminution de l'astigmatisme cornéen avec l'âge. — **M. A. Josias** communique un Rapport sur un Mémoire du **D^r Guglielminetti** relatif à la poussière des routes. L'auteur y montre les inconvénients du goudronnage des routes et propose l'emploi d'un nouveau produit, la westrumite, goudron d'huile minérale et végétale rendu soluble dans l'eau par saponification ammoniacale, et qui empêche la formation de la poussière. — L'Académie reprend la discussion des rapports de la paralysie générale avec la syphilis. La *Revue* reviendra prochainement sur cette question. — **M. N. Gréhant** lit un Mémoire sur le formiate de soude.

Séance du 4 Avril 1905.

M. le Président annonce le décès de **M. Ed. Hervieux**, ancien président de l'Académie.

Séance du 11 Avril 1905.

M. Farabeuf communique le résultat de ses recherches sur les vaisseaux sanguins des organes génito-urinaires du périnée et du pelvis. Les vaisseaux du périnée et ceux du bassin sont bien distincts: ils ont cependant des anastomoses. Les artères vésicales et génito-vésicales sont semblables dans les deux sexes. — **M. Le Dentu** signale un cas d'anévrisme traumatique du tronc tibio-péronier ou de l'artère tibiale postérieure près de son origine, guéri par des injections sous-cutanées de sérum gélatiné.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Mars 1905.

MM. E. Bourquelot et H. Hérissé : La composition de l'essence de racine de Benoîte (voir p. 398). — M. A. Desgrez et M^{me} B. Guende : Contribution à l'étude de la dyscrasie acide (voir p. 398). — M. J. Jolly signale, dans le sang des rats et des souris nouveau-nés, des femelles pleines et des animaux saignés, l'existence de globules discoïdaux ponctués, qui jetteront peut-être un nouveau jour sur la question de l'origine des globules rouges. — M. H. et M^{me} A. Cristiani montrent que les greffes thyroïdiennes faites avec du tissu thyroïdien normal provenant d'un jeune animal donnent des résultats positifs, quel que soit l'âge de l'animal qui le reçoit et que leur structure, histologiquement parfaite chez les jeunes animaux, est un peu moins bonne chez les animaux adultes. — MM. J.-E. Abelous, A. Soulié et G. Toujan ont reconnu que les capsules surrénales sont les organes de production de l'adrénaline; ce composé est élaboré dans la substance corticale et s'accumule dans la médullaire. — M. F.-J. Bosc estime que la maladie du jeune chien est une maladie bryocylique (à protozoaires), qui doit être placée à côté de la clavelée, de la fièvre aphteuse et de la rage. — M. G. Marinresco a étudié les lésions des neuro-fibrilles dans certains états pathologiques. — M. G. Rosenthal décrit un nouveau procédé d'auscultation, dit auscultation bifoculaire, qui permet de percevoir à volonté simultanément ou séparément les bruits, sons ou sensations auditives nés en deux points différents du thorax ou du reste du corps. — M. E. Laguesse précise la signification du terme de lobule pancréatique; il étudie les formes de transition de ces lobules et l'état des îlots qu'ils contiennent. — M. A. Marie a constaté deux fois la virulence du sang chez des rongeurs infectés avec le virus de la rage fixé. — MM. A. Frouin et E. Pozersky ont observé que, chez le chien, l'anastomose latéro-latérale de l'intestin donne toujours lieu à la formation de caécums; chez le chien et chez les Bovidés, l'anastomose terminale-latérale ne provoque pas de rétrécissement du canal intestinal.

Séance du 1^{er} Avril 1905.

M. A. Laveran a examiné un lot de Culicidés provenant de diverses localités de la Guinée française. Les *Anopheles* y sont très communs, et l'index endémique du paludisme à Conakry, en particulier, est très élevé. — M. Cazalbou a constaté que le Macina (Soudan français) est un foyer permanent de la Trypanosomiase bovine, connue sous le nom de *Soumaya*. — M. E. Nicolas a observé que les urines des herbivores ne renferment pas trace de sels biliaires ou n'en contiennent que des proportions inappréciables par la réaction de Pettenkofer. Elles ont cependant une tension superficielle faible. — M. H. Vallée a reconnu que le parenchyme pulmonaire des Bovidés présente une réceptivité particulière pour le bacille de Koch; le foie est, au contraire, plus résistant. — MM. A. Railliet et A. Henry décrivent un nouveau Sclérostomien parasite de l'homme, qu'ils nomment *Triodontophorus minutus*. — MM. A. Gilbert et P. Lereboullet ont constaté anatomiquement la coexistence d'une cirrhose biliaire et d'un kyste hydatique du foie dans un cas de cholémie familiale. — MM. J. Abelous, A. Soulié et G. Toujan ont observé que l'addition d'une petite quantité de tryptophane à la pulpe de surrénales détermine un enrichissement considérable de cette pulpe en adrénaline; il est donc très probable que ce chromogène est un des générateurs de l'adrénaline. — MM. Bauby et Dieulafoy ont reconnu que toute la partie inférieure du fémur ne possède que de très rares vaisseaux; c'est dans cette zone peu vascularisée que se localisent les foyers d'ostéomyélite caractérisés par leur difficulté d'extinction et leur évolution nécrobiotique. — M. C. Spiess a constaté que, chez les Hirudinées et la Sangsue médicinale en particulier, les

cellules péritonéales de l'endothélium cœlomique remplissent les fonctions d'excrétion qui sont dévolues aux cellules excrétrices de l'épithélium intestinal des Annelides polychètes à foie diffus et du foie des Invertébrés supérieurs. — M. C. Levaditi admet l'existence, dans le sérum sanguin, de deux ordres de substances hémolytiques : a) hémolysines thermolabiles (cytase et ambocepteur); b) hémolysines thermostabiles (acides amidés, acides gras et savons). — MM. M. Caullery et F. Mesnil décrivent quatre nouvelles formes d'Haplosporidies parasites de Polychètes marines. — MM. L. Lortat-Jacob et G. Sabareanu ont observé que l'ablation des testicules favorise considérablement l'apparition de l'athérome aortique expérimental. — M. Ed. Retterer a reconnu que les fibro-cartilages du genou des Oiseaux ont la structure des ménisques interarticulaires du genou des grands Mammifères. — M. H. Zangger a étudié l'hémolyse des globules rouges par la saponine; elle se fixe sur ceux-ci dans les deux premières minutes. — M. E. Maurel a constaté que les températures qui ne donnent aucune impression de chaleur ni de froid sur le tronc ou les membres inférieurs sont comprises entre 30° et 31°,9. — M. J. Jolly a trouvé dans le sang des embryons de Mammifères deux générations de cellules différentes : une génération de grosses cellules, hématies primaires; une génération de petites cellules : hématies secondaires. — M. Ch. Féré signale un cas où la rougeur liée à la honte a envahi tout le corps, sauf les mains et les pieds. — Le même auteur montre que le chatouillement d'une durée courte augmente le travail; une excitation longue produit, au contraire, une dépression. — MM. P. Carnot et A. Chassevant ont observé que la traversée gastrique d'un mélange d'ovalbumine solide et d'eau s'accompagne très rapidement d'un processus de sédimentation et de filtration tel que l'ovalbumine reste seule dans l'estomac pour y subir l'action du suc gastrique. — M. E. Fauré-Frémiet a étudié la structure des membranes périvacuolaires chez les Infusoires ciliés, ainsi que celle du macronucleus chez les Vorticellides. — M. J. Kunckel d'Herculaids a constaté que les chenilles de certaines Psychides ont l'instinct de se réfugier sur certaines plantes qui ne sont pas leurs plantes alimentaires, choisissant souvent des plantes fortement épineuses ou vénéneuses que respecte le bétail. — M. P. Portier a reconnu que certaines chenilles de Microlépidoptères, qui vivent dans l'épaisseur des feuilles, se trouvent pour la plupart dans un milieu aseptique, qui n'empêche pas leur développement. — M. M. Letulle montre que l'endophlébite bilharzienne est due à une double irritation : aux traumatismes exercés à la surface de l'endoveine par les vers adultes mâles et femelles et par les œufs pondus à l'intérieur des canaux sanguins; ensuite aux substances toxiques émancées des parasites et de leurs œufs. — M. V. Henri : Théorie de l'action des diastases (voir p. 347). — MM. Gompel et V. Henri estiment qu'il n'est pas exact de dire que l'albumine crue exerce une action antikinase sur la digestion de l'albumine coagulée. — MM. J. Rehns et P. Salmon ont constaté que la plaque psoriasique est nettement influencée par une application locale du radium. — MM. M. Doyon et A. Morel ont reconnu que l'acide oléique contenu dans le sang à l'état de combinaison saponifiable subit peu à peu la lipolyse. — M. Y. Manouélian propose l'emploi de l'acide picrique comme différenciateur dans les colorations à l'hématoxyline. — MM. Couvreur et Chevrotier montrent que le réflexe conjonctivo-respiratoire peut se produire unilatéralement; il peut se transmettre par voie croisée. Le point précis du réflexe est situé au niveau des tubercules quadrijumeaux postérieurs.

M. Teissier est élu membre titulaire de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 13 Mars 1905.

M. G. Le Monnier signale une petite monstruosité végétale qui consiste dans la présence de deux nucelles

sur un ovule du *Ribes sanguineum* Pursh. — M. L. Garnier indique un procédé de dosage rapide de la potasse et de la soude urinaires, résultant de la combinaison des méthodes d'Autenrieth et de Garratt. — MM. P. Simon et L. Spillmann décrivent une éosinophilie précoce consécutive à la suppression expérimentale des fonctions de la rate. — MM. P. Bouin et P. Ancel ont constaté que la glande interstitielle du testicule s'hypertrophie souvent aussi bien dans les maladies infectieuses aiguës que dans les maladies infectieuses chroniques. Etant donné l'effet stimulant de la sécrétion interne de cette glande, l'exagération de la sécrétion au début des infections et intoxications représente un moyen de défense de l'organisme. — MM. L. Richon et P. Jeandelize ont observé sur le lapin que, si la castration entraîne un allongement général des os longs, cet allongement ne prédomine pas forcément sur le membre inférieur et en particulier sur le tibia. — M. Cl. L. Hoche a fait l'examen histologique d'une caverne du poumon due à une pneumomyose aspergillaire.

REUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 21 Mars 1905.

M. C. Gerber montre que les 4 sépales, les 4 pétales et les 6 étamines de la fleur des Crucifères doivent être considérés comme ayant la valeur de 14 feuilles distinctes. Le gynécée n'a aucun rapport foliaire avec les étamines et les pétales. L'ovaire biloculaire et bivalve ordinaire des Crucifères est le type normal primitif; les autres types sont anormaux et proviennent de la non-reconstitution de la stèle de l'axe floral après le départ des mériphytes allant aux étamines, aux pétales et aux sépales. — M. F. Arnaud a constaté que l'absorption de la quinine est plus lente chez le fébricitant que chez le sujet apyrétique; l'élimination est plus rapide chez les sujets qui prennent de la quinine depuis plusieurs jours. L'action médicamenteuse de la quinine croît proportionnellement à la quantité ingérée, la dose non assimilée circulant dans le sang étant la seule active au point de vue fébrifuge, d'où l'indication des doses massives. — M. C. Gauthier a observé l'existence de microfilaire du sang coïncidant avec une filaire de l'œil. — M. L. Perdriz a étudié la fermentation du glucose par le *Bacillus holobutyricus* en présence du carbonate de chaux; il se forme du butyrate de chaux. — M. L. Bordas a étudié la structure du jabot et du gésier de la Xylocope. Ce dernier renferme de nombreux faisceaux musculaires dont les contractions produisent les mouvements rythmiques des valves du gésier.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 24 Mars 1905.

MM. Vila et Piette exposent leurs recherches sur le sang et l'oxyhémoglobine cristallisée, préparée par la méthode d'Hoppe-Seyler. Les cristaux qu'ils obtiennent, provenant de différents sangs, leur firent voir au spectroscope, outre les bandes vertes classiques, une bande non définie dans les conditions de leurs expériences et située à $\lambda = 634$. Cette bande peut jouer un rôle d'indicateur, car elle est déplacée ou même peut disparaître sous l'influence de divers agents. Le chlorure de sodium la fait disparaître et peut la placer à $\lambda = 597$ sous l'influence d'une solution concentrée. Le NaF et les composés fluorés la placent à $\lambda = 612$. — M. G. Urbain présente à la Société les résultats de ses fractionnements des terres sombres du groupe yttrique. Il a isolé une terre noire dont le poids atomique, déterminé par dosage d'eau à partir du sulfate octohydraté, a été trouvé égal à 159,5. Le peroxyde répond à la composition Tb^2O_7 . Les poids atomiques passent ensuite par un maximum avec le dysprosium à sels jaune vert; les premières mesures de l'auteur donnent $Dy = 162-163$. Le dysprosium ne donne pas de peroxyde. Le holmium donne des sels jaune orangé; l'oxyde est blanc avec une impercep-

tible teinte jaune, qui ne disparaît pas au rouge dans un courant d'hydrogène; le poids atomique ne doit pas différer sensiblement de 140. La terre noire possède un spectre d'étincelles de raies très nombreuses, dont les plus fortes sont les 8 raies que Demarçay a représentées par F. Elle donne en solution le spectre d'absorption $Z\delta$ et le spectre de fluorescence $Z\beta$. Le spectre $Z\alpha$ s'observe dans les terres à holmium. L'auteur considère que, dans l'état actuel de la question, les caractères $Z\beta$, $Z\delta$, F qui accompagnent la coloration noire des oxydes peuvent être considérés comme des caractères distincts d'un même élément, auquel il convient de conserver la dénomination de terbium, dont on a évidemment abusé, mais qui est en définitive consacrée par l'usage. — M. Halpher indique un procédé pour rechercher l'huile de lin dans l'huile de noix en observant le temps nécessaire à la précipitation des hexabromures en solution étherée. — M. L. Maquenne présente à la Société un appareil au moyen duquel il a pu démontrer la formation de l'ozone dans la combustion du gaz d'éclairage en présence de l'air. — M. R. Lespieau a cryoscopé un certain nombre de corps dans l'acide cyanhydrique. L'alcool, le benzène, le chloroforme ont fourni des résultats très réguliers et très voisins, d'où il résulte que la constante cryoscopique est comprise entre 19,4 et 20. L'acide trichloracétique et l'acide sulfurique pur n'offrent aucune anomalie; si l'on admet la théorie de la dissociation électrolytique, il s'ensuit que ces deux corps ne sont nullement ionisés en solution cyanhydrique; or ce fait est d'accord avec cet autre, observé par Kahlenberg, que ces solutions sont mauvaises conductrices du courant. Par contre, l'iode et le nitrate de potassium, dont les solutions cyanhydriques sont, d'après Kahlenberg, plus conductrices que les solutions aqueuses, ont fourni des abaissements du point de congélation nettement doubles de ceux qu'on aurait calculés en utilisant la constante 20; les choses se passent donc ici comme si les deux sels étaient totalement dissociés en deux ions.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 2 Février 1905 (suite).

MM. S. E. Sheppard et C. E. K. Mees exposent leurs recherches sur la théorie des processus photographiques et en particulier la dynamique chimique du développement. Si une plaque photographique est exposée à la lumière, puis développée, la transparence de l'argent déposé pour la lumière est reliée à la masse par l'équation $D = -\log_{10} T$, où D (appelé densité) est proportionnel à la masse de l'argent par unité de surface. Cette relation a été confirmée avec beaucoup de soin pour des densités variant de 0,5 à 3,5 (pour les plaques et développeur utilisés, une densité de 1,00 correspond à 0,01031 gr. d'argent par 100 cm. carrés: cette quantité est appelée P, la constante photométrique du dépôt). Une étude des rapports de la densité avec le temps de développement conduit aux résultats suivants: 1° L'argent déposé augmente rapidement d'abord, puis plus lentement, et finalement tend vers une limite; 2° cette limite dépend seulement de l'exposition; 3° la vitesse dépend de la concentration du réducteur; 4° un bromure soluble réduit la vitesse, mais le ralentissement avec le temps n'est pas si rapide. Une étude théorique du développement, basée sur la théorie des vitesses de réaction dans les systèmes hétérogènes, conduit, dans certaines conditions, à l'équation $dD/dt = K(D_\infty - D)$, où D_∞ est la densité limite, D la densité au temps t. Par intégration, elle conduit à l'expression $1/t \log D_\infty / (D_\infty - D) = K$; $D_\infty - D$ est alors la surface réagissante. On a constaté expérimentalement que K est constant. En outre, comme K est égal théoriquement à $a\Delta/\delta$, où Δ est une constante de diffusion, δ le trajet de diffusion et a la concentration du réducteur, la vitesse doit être proportionnelle à cette dernière, ce que l'on vérifie expérimentalement. L'addition de bromures alcalins altère graduellement le cours de la

réaction en introduisant une période d'induction, mais pour la vitesse maximum $K \times \log Br = \text{constante}$. La valeur de K dépend beaucoup des conditions physiques de la plaque; elle diminue avec la conservation, probablement parce que la diffusion s'abaisse. Une déduction importante de la formule du développement, c'est que le rapport des densités dues à deux expositions est constant et indépendant de la durée du développement, ce qui a été confirmé. Pour une série d'expositions croissantes, Hurter et Driffield ont montré que $D = \gamma (\log E/t)$, où γ est la constante de développement. Comme γ est proportionnel à D et comme $1/t \log D_\infty / D - D = K$, on a $1/t \log \gamma_\infty / \gamma - \gamma = K$, expression qui peut être employée pour comparer les vitesses de différents développeurs. Pour le citrate, le fluorure et l'oxalate ferreux, on obtient respectivement les valeurs suivantes : 1,00; 2,95; 48,7. Les auteurs poursuivent leurs recherches sur la question. — M^{me} **A. M. Waller** communique ses recherches sur les « courants d'éclat » (réponse électrique à la stimulation) de la vésicule biliaire de la grenouille. Elle a reconnu que la vésicule biliaire est un organe dont les tissus possèdent une grande « labilité chimique »; la cathode du choc d'induction simple est plus effective que l'anode, que le stimulus se produise dans les fibres musculaires lisses ou dans l'épithélium muqueux colonnaire, de sorte que la réponse électrique est d'abord post-cathodique, puis post-anodique. Exceptionnellement, il se produit une réponse de muqueuse à séreuse, mais des deux composants de la structure, les fibres musculaires lisses paraissent donner le courant d'éclat plus facilement que l'épithélium colonnaire. La vésicule biliaire offre donc un exemple très net de courant de réponse équivoque ou antidrome.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 24 Mars 1905.

M. W. C. Clinton introduit les termes dus à l'effet de la résistance de l'armature dans les équations ordinaires donnant les rapports de voltage d'un convertisseur rotatif inversé. Le voltage qui en résulte du côté du courant alternatif est moindre que celui que donne la règle ordinaire. — **M. G. B. Dyke** a étudié le flux de lumière donné par l'arc électrique avec des alimentations d'énergie variables. Pour des longueurs d'arc normales, le rendement du courant alternatif est environ les 2/3 de celui du courant continu. Si la longueur de l'arc est réduite à moins de 1/8", la courbe du courant alternatif s'élève vers celle du courant continu, jusqu'à ce que, pour une longueur d'arc d'environ 3/32", les deux rendements coïncident pratiquement. — **M. J. A. Fleming** décrit un nouvel instrument, qu'il nomme *cymomètre*, pour la mesure de la fréquence des oscillations électriques et aussi de la longueur des ondes électriques longues. Il consiste en un condensateur tubulaire, formé de deux tubes de cuivre séparés par un mince tube d'ébonite, et dont l'extérieur glisse sur l'intérieur. Parallèlement au condensateur, on place une bobine d'inductance en fil de cuivre enroulé sur un tube d'ébonite. Le tube de cuivre extérieur du condensateur porte un collier qui entraîne un barreau, muni à son extrémité d'une bécuille qui repose sur la bobine d'inductance. Le circuit de l'instrument est complété par un barreau de cuivre qui joint une extrémité de la bobine d'inductance avec la surface intérieure du condensateur. Quand le tube extérieur de ce dernier est nu par une tige isolée, le même mouvement réduit également la capacité du condensateur et la portion de la bobine d'inductance comprise dans le circuit fermé. Le circuit se compose donc d'une capacité et d'une inductance variables en série. L'auteur appelle *constante d'oscillation* de l'instrument la racine carrée du produit de la capacité par l'inductance dans toute position. Une échelle parallèle à la bobine d'inductance porte les constantes d'oscillation et les fréquences correspondantes. L'instrument

est, en outre, pourvu d'un tube à vide, intercalé entre les surfaces intérieure et extérieure du condensateur. On s'en sert comme suit. Le barreau est placé parallèlement et près du circuit où se produisent des oscillations, et l'on déplace la tige isolée, qui fait varier la constante d'oscillation, jusqu'à ce que le tube à vide brille le plus fortement. Alors, le circuit du cymomètre est en résonance avec le circuit étudié; les constantes d'oscillation sont les mêmes et la lecture de l'échelle donne le produit de la capacité par l'inductance de ce circuit.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 15 Mars 1905.

M. W. A. Stewart a déterminé la vitesse de formation des oximes de certaines cétones; elle va en décroissant de l'acétone à la pinacolone, en passant par la méthyléthylcétone et la méthylisopropylcétone : résultats à peu près semblables à ceux qu'on obtient pour la vitesse de formation des composés sulfoniques des cétones. — **MM. E. C. C. Baly** et **C. H. Desch** ont poursuivi leurs recherches sur le spectre d'absorption ultra-violet de certains tautomères énoliques et cétoniques. Ils confirment le fait que les produits purs ne donnent pas de bande d'absorption; seul le mélange des deux tautomères en équilibre mutuel en fournit une. Cette bande d'absorption est donc due au changement de liaison qui a lieu quand les formes tautomères passent de l'une à l'autre. — **MM. J. J. Sudborough** et **D. J. Roberts** ont déterminé les constantes d'éthérification de vingt-deux acides acryliques ou homologues substitués avec l'alcool méthylique à 45°. Un acide acrylique substitué est éthérifié beaucoup moins rapidement que l'acide saturé correspondant, mais plus rapidement que l'acide acétylénique correspondant. L'effet de la substitution dans les acides acryliques est de diminuer la vitesse d'éthérification. — **MM. J. J. Sudborough** et **Th. H. James** ont étudié l'action des alcalis sur le dichlorure de l'acide cinnamique et son éther méthylique. Le produit est un mélange d'acides α -chloro et α -chloro-*allo*-cinnamiques, le premier en quantité beaucoup plus considérable. — **MM. J. J. Sudborough** et **Th. H. Davies** ont constaté que les éthers méthyliques des acides benzoïques substitués peuvent être transformés facilement dans les éthers éthyliques correspondants au moyen de l'alcool éthylique, pourvu que les deux positions ortho par rapport au groupe carbométhoxyle ne soient pas occupées. — **MM. J. J. Sudborough** et **W. Thomas** décrivent une méthode simple pour la détermination des groupes acétyle. Le dérivé acétylé est additionné d'une solution à 10% d'acide benzène-sulfonique pur et le mélange soumis à la distillation par la vapeur jusqu'à ce que le distillat ne soit plus acide. Le distillat est alors neutralisé avec de la baryte normale en employant la phénolphthaléine comme indicateur. — **MM. F. B. Power** et **F. H. Lees** ont étudié la *gynocardine*, glucoside cyané extrait des graines de *Gynocardia odorata*. Il cristallise en aiguilles prismatiques avec 1,5 H₂O et fond anhydre à 162°-163°; $[\alpha]_D^{20} = +72,5$ en solution aqueuse; sa formule est C¹⁵H¹⁹O⁹Az. Il est hydrolysé facilement par la gynocardase, enzyme extraite des graines, difficilement par les acides dilués, en donnant HCAz, du *d*-glucose et une substance C⁸H¹⁰O⁴, qui se décompose secondairement en formant une matière amorphe. La gynocardine est hydrolysée par la baryte avec formation d'AzH³ et de gynocardinate de baryum (C¹⁵H¹⁹O⁹.CO)² Ba. L'acide gynocardique est hydrolysé par les acides en donnant du *d*-glucose et un acide C⁷H¹⁰O⁶, dont on a pu isoler le sel de quinéine. — **M. A. G. Perkin** communique quelques renseignements complémentaires sur la catéchine et l'acacatéchine et leurs dérivés. — **M. W. H. Perkin jun.** a reconnu que le produit de l'action du dibromopropionététracarboxylate d'éthyle sur le propanététracarboxylate d'éthyle disodé n'est pas l'hexaméthylène-octocar-

boxylate, d'éthyle, mais le triméthylène-tétracarboxylate d'éthyle. — MM. W. H. Perkin jun. et G. Tattersall ont essayé de préparer l'acide *trans*-glutaconique à côté de l'acide glutaconique ordinaire, qui est la modification *cis*, mais sans succès. Par distillation de l'acide β -hydroxyglutarique, on obtient un mélange d'acide *cis*-glutaconique ordinaire et de son anhydride. L' α -bromoglutarate d'éthyle, digéré avec la diéthylaniline, puis hydrolysé, est transformé en acide *trans*-triméthylène-dicarboxylique. — M. K. J. P. Orton et M^{lle} A. E. Smith ont étudié les transformations des nitroaminobenzènes fortement substitués. — M. S. Smiles, par l'action du sulfure de méthyléthyle sur le bromo-acétate de *l*-menthyle, a obtenu les deux bromures des éthers *d* et *l*-méthyléthylthétine-*l*-menthyles isomères. — Le même auteur a étudié l'action des cétones α -halogénées sur les sulfures d'alkyles. En général, il se forme les halogénures des bases sulfoniques; mais certaines cétones, comme le bromodiphénacyle, l' α -bromocampène et d'autres, réagissent autrement. L'activité du brome n'est pas entièrement due à la proximité d'un radical acide et du groupe CH^2Br , car la phénylbromométhylsulfone est sans action sur les sulfures d'alkyles. — MM. W. A. Tilden et H. Burrows ont étudié l'isonitrosocyanure de pinène; c'est un nitrile, car il donne, sous l'action de l'acide sulfurique bouillant, une amide, $\text{C}^{10}\text{H}^{15}(\text{AzOH})\text{CO}\cdot\text{AzH}^2$, F. 220°. L'action continue de l'acide sulfurique sur l'amide produit la formation d'une lactame isomérique. — M. R. de J. F. Struthers, en chauffant la phénylhydrazine avec le cyanure mercurique, a obtenu du mercure réduit. Il se forme, comme composé intermédiaire, un corps $\text{Hg}(\text{CAz})^2\cdot 2\text{C}^6\text{H}^5\text{AzH}\cdot\text{AzH}^2$, blanc-jaune, qui se décompose à 110°. La phénylhydrazine donne également un composé d'addition avec le cyanure cuivreux; il se décompose à chaud en donnant du cyanure cuivreux, AzH^2Az , du benzène et de l'aniline. On en déduit que le cyanure cuivreux exerce une action catalytique sur la décomposition de la phénylhydrazine par la chaleur.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 6 Février 1905.

M. J. W. Lovibond communique ses recherches sur l'affaiblissement des encres et des couleurs dans différentes conditions. Les couleurs les plus complexes peuvent être mesurées au moyen de deux termes colorés et d'un terme blanc ou noir. Les couleurs, au point de vue de leurs variations par exposition à la lumière, peuvent être classées comme suit : 1° couleurs stables; 2° couleurs qui augmentent d'intensité pendant un certain temps après l'exposition; 3° couleurs dans lesquelles un des facteurs augmente et l'autre s'affaiblit; 4° couleurs dans lesquelles tous les facteurs s'affaiblissent; 5° couleurs subissant des changements temporaires avec un retour à leur condition normale de stabilité.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 20 Janvier 1905.

MM. B. Davis et C. V. Edwards ont observé la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène secs, avec formation d'eau, quand ces gaz sont exposés à l'action des radiations du radium.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 23 Février 1905.

M. S. R. Trotman a recherché les causes de l'apparition fréquente d'une coloration jaune ou brune sur les dentelles qui sortent de chez les blanchisseurs en apparence propres et sans altération. Une des causes importantes de cette coloration est la présence d'un rési-

nate de chaux ou de magnésie. La plupart des eaux employées au blanchissage contiennent des quantités notables de CaO et MgO et ne sont pas adoucies ou le sont souvent au moyen de savons dont la majorité contiennent de la résine. Les résinates de chaux et de magnésie qui se forment sont insolubles dans l'eau et se précipitent sur les fibres des tissus, où ils se décomposent graduellement par le séchage en donnant la coloration brune caractéristique.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 8 Février 1905.

M. E. J. Baty cherche à classer les différentes méthodes employées pour indiquer les températures, spécialement dans des opérations industrielles.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 23 Janvier 1905.

M. H. Priestman s'est livré à un examen microscopique détaillé des adultérants du sumac et il indique les caractères et les réactions qui permettront de les reconnaître assez facilement.

Séance du 20 Février 1905.

MM. F. W. Richardson et H. N. Hanson recherchent les caractères sur lesquels on peut se baser pour déterminer la valeur des divers lubrifiants. Un examen chimique approfondi leur paraît nécessaire, accompagné des essais de viscosité et d'oxydation à l'air.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 20 Janvier 1905.

M. H. Kreuzler présente un brûleur simple pour la lumière du thallium. En dehors de la lumière monochromatique de la flamme de sodium, beaucoup de recherches optiques nécessitent une lumière homogène de réfractibilité différente. C'est ainsi que, dans les laboratoires minéralogiques, on a l'habitude de se servir, pour déterminer les constantes optiques des cristaux, des raies rouges du rubidium et de la raie verte de la flamme de thallium. Or, le procédé généralement employé, à savoir l'introduction, au moyen d'un fil de platine, d'un peu de sel de thallium dans la flamme d'un bec de Bunsen, présente de nombreux inconvénients. C'est qu'en raison de la grande volatilité des composés du thallium, le sel vaporisé doit sans cesse être renouvelé, et, d'autre part, la vaporisation de ces sels en quantités considérables dans une salle close ne va pas sans présenter des dangers dus à leur grande toxicité. Le dispositif inventé par l'auteur pour éliminer ces désavantages consiste essentiellement en un petit bec de Bunsen en verre, placé horizontalement et dans le tube duquel on vaporise un peu de chlorure de thallium. Un petit support en laiton porte en haut une traverse au bout de laquelle sont attachés deux ressorts métalliques, disposés de façon à permettre le déplacement longitudinal du tube sans vacillation. L'un de ces ressorts supporte le tube en verre peu fusible, de 8 à 10 centimètres de longueur et d'environ 6 millimètres de diamètre intérieur, alors que l'autre ressort renferme la buse, la largeur de la pointe dépendant de la pression du gaz. En déplaçant la buse, on règle l'admission d'air au gaz d'éclairage. Après avoir introduit un peu de chlorure de thallium dans l'ampoule du tube brûleur, on l'échauffe au moyen d'une petite flamme, après avoir allumé le brûleur. La flamme, qui prend une teinte d'un vert intense, donne un spectre pur et est très durable, la consommation de chlorure étant extrêmement réduite. Au lieu de chlorure de thallium, on peut se servir d'un grand nombre d'autres composés volatils de différents métaux pour obtenir leurs spectres caractéristiques avec une grande intensité et sans la présence de spectres continus. — M. E. Haentzschel s'est occupé du calcul des constantes *a* et *b* de l'équation de van de Waals au moyen

des valeurs critiques. Cette méthode de calcul a l'avantage d'une grande simplicité et peut même être réalisée sans l'emploi de logarithmes. — **M. E. Gehrcke** rend compte de ses recherches sur l'aurole anodique. Les expériences qu'il décrit confirment l'opinion de l'auteur sur l'identité des auroles cathodique et anodique.

Séance du 3 Février 1903.

M. G. E. Leithäuser a imaginé une nouvelle méthode pour analyser les courants alternatifs. Les disques stroboscopiques qu'on a souvent employés pour détruire la fréquence d'un courant alternatif peuvent très bien servir à trouver les harmoniques supérieurs contenus dans un courant alternatif d'une forme quelconque. Il suffit, en effet, de diviser un disque de carton blanc, monté sur l'axe d'un électromoteur, en plusieurs anneaux concentriques de secteurs noirs et blancs, de façon que leur nombre varie du centre à la périphérie dans le rapport de 1:2:3, etc. Quand on éclaire ce disque par une lumière produite au moyen d'un courant alternatif sinusoïdal et dont la puissance lumineuse varie à son tour suivant une courbe sinusoïdale, on voit une série donnée de secteurs s'arrêter en apparence pour une certaine vitesse périphérique du moteur. Si, cependant, le courant alternatif et la lumière qu'il engendre ne varient point suivant la loi sinusoïdale, plusieurs anneaux de secteurs sembleront s'arrêter en même temps, indiquant l'ordre des harmoniques supérieurs. Ces phénomènes s'accroissent d'autant plus que les harmoniques jouent un rôle plus prépondérant. — **M. M. Reinganum** a modifié la méthode de Gay-Lussac-Hofmann pour déterminer les densités des vapeurs en ajoutant au tube employé dans la méthode originale un autre tube divisé en millimètres et parallèle au premier, se terminant en haut dans le même récipient que le tube principal. Cette modification présente l'avantage d'offrir toujours une surface de mercure où la pression puisse être lue sans être altérée par les flacons qu'on y introduit.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 16 Février 1903.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. R. Nimführ** présente ses recherches sur la théorie des cerfs-volants dans leur emploi aux hautes ascensions météorologiques. Pour opérer efficacement et avec la plus grande économie, il faut, dans chaque ascension, diminuer le plus possible le nombre des cerfs-volants de secours; on y arrivera par des améliorations rationnelles dans les détails de construction des surfaces portantes, de l'armature de soutien, des appareils enregistreurs, etc. — **MM. H. von Ficker** et **A. Defant**: Sur la marche diurne de la dispersion électrique et de la teneur en poussière sur le Patscherkofel. — **M. A. Defant** a étudié les règles de la répartition des différentes grosseurs de gouttes dans les chutes de pluie. Il a mesuré dans 38 pluies, les unes fines et tranquilles, les autres torrentielles ou orageuses, la grosseur de 10.017 gouttes par la méthode d'absorption de Wiesner. L'auteur a constaté que, dans toutes les pluies, les poids des gouttes qui s'observent le plus fréquemment sont des multiples du poids des plus petites, autrement dit sont entre eux comme les nombres 1:2:3:4:6:8:12:16, etc., les rapports les plus fréquents étant 1:2:4:8: etc. Les gouttes de pluie proviennent donc de la réunion de plusieurs petites gouttelettes. — **MM. H. Mache, S. Meyer** et **E. von Schweidler** décrivent une méthode permettant de déterminer quantitativement le radium contenu dans certaines substances qui renferment, en outre, des corps actifs sans émanation, comme l'uranium ou le polonium. Elle consiste essentiellement à abandonner la substance pendant longtemps dans un espace clos et à mesurer par le courant de saturation la quantité d'émanation qu'elle a développée pendant ce temps. —

MM. H. Mache et **S. Meyer** ont étudié la radioactivité des sources thermales de la Bohême: Karlsbad, Marienbad, Teplitz, Franzensbad, etc. La teneur en émanation en une même localité varie beaucoup de source à source. La vitesse de décomposition de cette émanation est donnée par une loi exponentielle avec des constantes qui concordent sensiblement avec celles de l'émanation du radium.

2° SCIENCES NATURELLES. — **M. J. Wiesner** présente la suite de ses recherches sur les besoins de lumière des plantes dans la région du Yellowstone et dans quelques autres contrées du Nord de l'Amérique. — **M. F. Knoll**: Les poils urticants des genres d'Euphorbiacées *Dalechampia* et *Tragia*. — **M. K. Rudolph**: Etudes d'Anatomie comparée sur les Psaroniées et les Marattiées.

Séance du 2 Mars 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. G. von Niessl** a déterminé la trajectoire du météore observé en Autriche le 2 novembre 1903. Les coordonnées du point apparent de radiation sont: 48°,8 d'ascension droite et 5°,2 de déclinaison sud. La vitesse géocentrique a été de 63,3 kilomètres, la vitesse héliocentrique de 67 kilomètres.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **MM. A. Meyer** et **E. von Schweidler** confirment l'identité du constituant du plomb radio-actif qui émet les rayons α avec le radio-tellure et le radium E. — **M. F. von Lerch** a poursuivi ses recherches sur des solutions inductives de thorium et de ThX. Lorsqu'on dissout par un acide fort l'activité induite sur les feuilles de platine par du thorium à la manière ordinaire, on peut extraire de ces solutions par électrolyse une partie qui se dépose à la cathode. Si l'on emploie des courants faibles et du platine poli comme cathode, on obtient des activités qui diminuent de moitié en moins de 10,6 heures, mais en plus d'une heure. — **M. F. Russ** a étudié l'action de la décharge électrique tranquille sur le chlore. Par l'action simultanée de cette décharge et de la lumière, il se forme du chlore actif: l'activité est très diminuée quand un de ces deux facteurs est supprimé. Le degré d'activité dépend de la grandeur du diélectrique et de la dessiccation. L'activité se perd par chauffage ou par contact avec l'eau. — **M. R. Turnau**, par l'action de l'iodure de méthyle sur les acides picolique et isonicotique, n'a pas obtenu les iodhydrates normaux des bétaines, mais leurs dérivés basiques anormaux, de forme $\text{CH}^1\text{Az.C}^6\text{H}^4\text{COO.Az}(\text{Cl}^3).\text{C}^6\text{H}^4.\text{COOH}$. L'acide nicotique se comporte normalement. — **M. I. Klimont**: Sur la composition des graisses végétales solides. — **M. V. Grafe** propose d'employer la méthylphénylhydrazine pour la recherche microchimique du fructose dans les tissus végétaux; on l'emploie à l'état de chlorhydrate associé à l'acétate de soude, tous deux dissous dans la glycérine à 1/10; il faut chauffer à 40°.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. M. Probst** a étudié l'origine, le trajet et la terminaison d'un certain nombre de voies de conduction du cerveau au moyen de la coloration à l'osmium. Il a ensuite fait quelques expériences d'excitation de ces fibres nerveuses. — **M. J. Breuer** a étudié les phénomènes de galvanotropisme chez les Poissons. Il a reconnu que, lorsqu'on approche une électrode du corps d'un poisson, la queue de l'animal s'en rapproche si c'est une anode, et s'en éloigne si c'est une cathode. Ces contractions toniques sont liées à l'existence de la moelle épinière; ce ne sont pas des réflexes provenant de l'excitation de la peau, mais elles correspondent à l'excitation directe des ganglions moteurs par le courant. — **M. A. Nalepa** poursuit ses recherches sur les champignons de la bile et décrit une nouvelle espèce, *Eriophyes carlinae*.

L. BRUNET.

Le Directeur-Gérant: LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

J. E. Dutton. — Nous avons le vif regret d'apprendre la mort du D^r J. Everett Dutton, de l'École de Médecine tropicale de Liverpool, décédé, en cours de mission, à Kasongo, sur le Congo supérieur (Etat indépendant du Congo), le 27 février dernier, à l'âge de vingt-neuf ans.

Nos lecteurs connaissent le rôle très important qu'a joué ce jeune savant dans les progrès de la Microbiologie et de la Médecine tropicales en ces dernières années.

Dès 1900, il faisait partie de l'Expédition de l'École de Liverpool en Nigéria pour l'étude du paludisme et de la filariose. En 1901, il organisait seul en Gambie la prophylaxie antipalustre. C'est à ce moment (Décembre 1901) qu'il fit à Bathurst sa découverte capitale, celle du *Trypanosoma gambiense* dans le sang d'un blanc. On sait maintenant, et les recherches ultérieures de Dutton y ont largement contribué, que ce trypanosome est l'agent de la trypanosomiase humaine, dont la maladie du sommeil est une des étapes finales.

A peine rentré en Angleterre en 1902, il repartait, avec le D^r Todd, pour une nouvelle expédition en Gambie (1902-1903); depuis l'automne 1903, il était au Congo belge avec les D^{rs} Todd et Christy.

Jusqu'à ces derniers temps, il s'était consacré à l'étude des trypanosomiasés, et en particulier de la trypanosomiase humaine. Depuis quelques mois, il étudiait le *Tick fever* de l'Afrique équatoriale, et un télégramme récent nous apprenait que Todd et lui démontraient définitivement la nature *spirochétienne* de la maladie en l'inoculant de l'homme au singe par l'intermédiaire des tiques.

§ 2. — Physique

Les rayons magnéto-cathodiques. — Plusieurs expérimentateurs, dont le premier est peut-être Plücker (1858), avaient observé que, quand on place un tube à gaz raréfié dans un champ magnétique intense, il peut arriver que la lumière cathodique se dispose, au moins partiellement, suivant un tube de force magnétique ayant pour base la cathode. M. A. Broca a

démonstré ce fait d'une façon indiscutable. M. Villard vient d'étudier ces rayons particuliers, distincts de ce qu'on appelle communément les rayons cathodiques, et auxquels il donne, pour rappeler les circonstances de leur formation, le nom de rayons *magnéto-cathodiques*.

Ces rayons apparaissent avec une netteté particulière quand on opère dans une ampoule contenant de l'oxygène, gaz magnétique; ils présentent une teinte jaune brillante et leur faisceau se distingue à première vue du faisceau hélicoïdal des rayons ordinaires qui s'enroule autour des tubes de force. La distinction est d'autant plus facile qu'une fois les rayons magnéto-cathodiques obtenus, la tension aux électrodes subit une chute considérable et que les rayons ordinaires s'affaiblissent et vont jusqu'à disparaître.

Ayant ainsi mis en évidence les rayons magnéto-cathodiques par une expérience sinon plus démonstrative, au moins plus frappante que celle de M. Broca, M. Villard a étudié leurs propriétés et découvert des résultats inattendus.

Le champ magnétique agit sur la naissance même des rayons magnéto-cathodiques. M. Villard place près de la cathode, et latéralement, un diaphragme percé d'une petite ouverture: si l'on porte l'ampoule dans un champ magnétique intense, ce champ provoque la formation de rayons magnéto-cathodiques, qui partent de l'ouverture du diaphragme. L'accroissement d'intensité du champ magnétique augmente l'éclat des rayons magnéto-cathodiques et accroît la longueur de leur faisceau.

Un autre mode de formation de ces rayons, plus singulier encore, consiste à les faire partir de tous les points d'un faisceau cathodique ordinaire. Il suffit de placer ce faisceau, bien défini par un diaphragme convenable, dans un champ intense. Il s'enroule alors en hélice et, de tous les points de cette hélice, partent des rayons magnéto-cathodiques qui figurent toutes les génératrices du tube de force sur lequel se trouve l'hélice cathodique (fig. 1).

Ces rayons présentent les propriétés complémentaires de celles des rayons cathodiques ordinaires. Ils ne transportent pas d'électricité, comme M. Villard s'en assure en les recevant, alternativement avec les rayons cathodiques, dans un cylindre de Faraday.

Dans un champ électrique, ils sont déviés, mais *perpendiculairement à la force électrique*, contrairement aux rayons ordinaires qui, dans un champ magnétique, s'enroulent autour des lignes de force. La

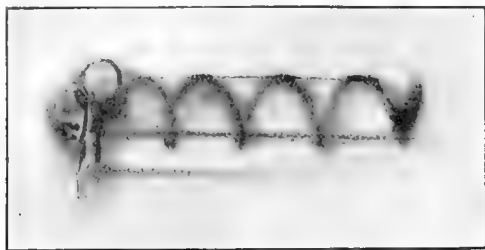


Fig. 1. — Vue d'une spirale de rayons cathodiques ordinaires accompagnés de rayons magnéto-cathodiques. — La spirale perd de sa netteté en s'éloignant de la cathode parce que les rayons ne sont pas absolument homogènes, malgré la précaution qu'on a prise de leur laisser comme passage une petite ouverture. Les rayons de différentes vitesses engendrent des hélices de pas différents, qui s'étalent en une bande étroite sur le cylindre. Les traînées parallèles à l'axe des hélices sont les rayons magnéto-cathodiques.

déviations des rayons magnéto-cathodiques change de signe avec le champ magnétique générateur et avec le champ électrique déviateur. Quand le champ magnétique est dirigé de droite à gauche, un observateur regardant dans la direction de la force électrique verra les rayons magnéto-cathodiques s'enrouler dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre.

On peut, au moins provisoirement, se représenter les phénomènes en considérant simplement les rayons magnéto-cathodiques comme constitués par des particules magnétiques, tandis que les rayons ordinaires sont, comme l'on sait, des particules électrisées. M. Villard a eu la prudence de s'en tenir aux faits, et cette explication n'est indiquée ici que comme une image comode. M. Villard observe que, pour la première fois, on

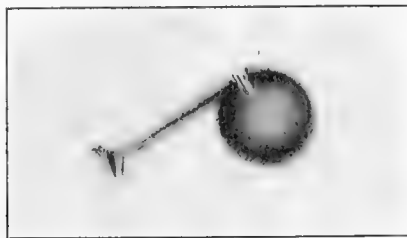


Fig. 2. — Un pinceau de rayons cathodiques qui part normalement à un champ magnétique uniforme décrit rigoureusement une circonférence et revient à son point de départ. — Dans cette expérience, il n'y a pas de magnéto-friction.

vient de constater une action du champ électrique perpendiculaire à sa direction, comme l'action du champ magnétique définie par la loi de Laplace. Il conviendra d'attendre que les propriétés des rayons magnéto-cathodiques soient mieux connues pour chercher à déduire toutes les conséquences de ce fait. La corrélation des forces électriques et magnétiques, telle qu'elle apparaît, par exemple, dans les équations de la théorie électromagnétique de la lumière, sous la forme que leur a donnée Hertz, se présente d'une façon si séduisante qu'elle conduit insensiblement à penser qu'à tout phénomène connu doit en correspondre un autre qu'on pourrait prévoir par l'application de ce que les mathématiciens appellent une méthode de transformation. Par contre, on sait assez que les raisons ne manquent pas de faire un choix et qu'il n'est pas indifférent de considérer que les actions

électrostatiques ou les actions magnétiques sont, dans leur essence, statiques ou dynamiques. L'étude des rayons magnéto-cathodiques nous apprendra si nous devons tendre, contrairement aux idées généralement admises, à accepter la corrélation complète des phénomènes électro-magnétiques et l'existence de *magnétons* comme celle d'électrons, ou s'il ne s'agit que d'une particularité extrêmement curieuse, mais destinée à être classée parmi les catégories établies.

La découverte de M. Villard a amené l'auteur à étudier d'une façon plus complète certaines propriétés des rayons cathodiques. Il était indispensable de bien montrer que les magnéto-cathodiques sont entièrement distincts des rayons ordinaires, qu'ils ne proviennent pas d'une transformation quelconque. Cette nécessité s'imposait surtout depuis que M. Pellat avait annoncé que, par suite d'un frottement spécial, qu'il désigne sous le nom de *magnéto-friction*, les rayons ordinaires, dans un champ magnétique uniforme, au lieu de s'enrouler autour des lignes de force suivant une hélice parfaitement régulière, tendaient à décrire des spires de plus en plus serrées dans le sens transversal et finalement à entourer un faisceau de lignes de force si petit qu'ils semblent se confondre avec la ligne elle-

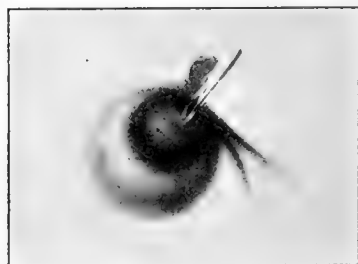


Fig. 3. — Même expérience que celle de la figure 2, mais faite en donnant successivement au champ plusieurs valeurs différentes.

même, comme le font les rayons magnéto-cathodiques.

Les clichés de M. Villard établissent indiscutablement que la projection, sur un plan normal au champ magnétique, de la trajectoire des rayons proprement cathodiques qu'il obtient est un cercle parfait (fig. 2 et 3). Ce cercle lui-même peut s'obtenir seul en faisant partir les rayons cathodiques normalement au champ; les rayons reviennent rigoureusement à leur point de départ. M. Villard est donc autorisé à affirmer que, dans ses expériences, il obtient, à côté de rayons cathodiques parfaitement normaux, des rayons magnéto-cathodiques entièrement distincts, qui diffèrent bien des premiers par leur nature, au lieu de subir une



Fig. 4. — Rayons cathodiques dans un champ non uniforme. — La spirale, après s'être éloignée de la cathode, s'en rapproche. Les traînées rectilignes sont les rayons magnéto-cathodiques non déviés.

action secondaire qui leur communiquerait seulement en apparence des propriétés nouvelles.

Enfin, M. Villard, en opérant dans un champ magnétique non uniforme, tel que le champ de révolution qui se produit, en l'absence de précautions spéciales, entre les pôles d'un électro-aimant, a constaté que les rayons cathodiques, au lieu de continuer, toujours dans le même sens, jusqu'aux parois du tube, leur marche en hélice, comme ils le font dans un champ uniforme, subissent, à un certain moment, un rebroussement et reviennent du côté de la cathode (fig. 4). Quand ils sont arrivés à son voisinage, l'axe de l'hélice change encore de sens, et ainsi de suite, aussi loin qu'on peut suivre les rayons.

L'acoustique des salles de réunion. — Nulle question ne semble plus difficile à traiter que celle de l'acoustique des salles de réunion; les prévisions les plus optimistes sont à chaque instant déjouées et les calculs les plus certains en apparence complètement démentis. Cela tient évidemment à la complexité naturelle du problème, mais aussi à ce qu'il n'a, peut-être, jamais été étudié expérimentalement d'une façon méthodique et véritablement scientifique. C'est cette étude que vient d'entreprendre un savant autrichien, M. Exner, professeur de Physiologie à l'Université de Vienne, et cela au moyen d'un appareil très ingénieux : l'*acoustimètre*, dont M. G. Richard a donné la description à l'une des dernières séances de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*.

Ainsi que son nom l'indique, cet appareil a pour objet de mesurer ou de permettre de chiffrer rigoureusement les qualités acoustiques d'une salle; il y parvient en mesurant, en autant de points que l'on veut d'une salle, l'intensité d'un son bien déterminé émis en un point donné de cette salle, et aussi l'intensité et la durée de l'écho provoqué par ce son aux différents points de la salle. Il comprend un appareil producteur des sons, des appareils collecteurs et mesureurs des sons et de leurs échos.

L'appareil producteur des sons consiste en un dispositif de percuteurs permettant de faire détoner successivement, au point de la salle où il est placé, des amorces, dont chacune produit une petite détonation de même intensité. Les récepteurs des sons ne sont autres que des microphones installés aux différents points de la salle dont on étudie l'acoustique, et le mesureur des sons et des échos, en ces points, consiste en un poste téléphonique, que l'on peut relier à l'un quelconque des microphones. Ce poste est dans un cabinet bien isolé de la salle étudiée; il comprend, en outre, un rhéostat, que l'opérateur peut graduer à sa volonté, et qu'il intercale dans les circuits des microphones à son téléphone. Enfin, c'est de ce poste que l'on commande les percuteurs des amorces.

Ceci posé, pour connaître l'intensité de la réception du son émis par l'explosion d'une amorce et reçu en un point A de la salle, on relie le téléphone au microphone installé en ce point A, et on fait partir successivement plusieurs amorces, en intercalant chaque fois, dans le circuit du microphone A, au moyen du rhéostat, des résistances de plus en plus grandes, jusqu'à annuler ainsi la transmission du son du microphone au téléphone, et l'aiguille du rhéostat marque alors, à une échelle convenue, l'intensité du son au point A de la salle.

Pour mesurer l'intensité et le retard de l'écho, en ce même point A, on dispose, au poste téléphonique, d'un commutateur permettant de ne fermer le circuit téléphonique qu'après des temps déterminés à la suite de l'explosion des amorces, dont on n'entend plus alors que les échos; et l'on conçoit que l'on puisse, par l'emploi simultané de ce commutateur et du rhéostat dont nous venons de parler, déterminer, à la fois, l'intensité et le retard de ces échos aux différents points de la salle¹.

§ 3. — Électricité industrielle

Les courants « opiniâtres ». — Tel est le nom étrange (*pertinacious current*) par lequel Sir Oliver Lodge, qui vient de faire devant la *Royal Institution* une conférence sur ce sujet¹, désigne un courant continu ou redressé à tension extrêmement élevée. Ce terme signifie apparemment que, malgré de grandes résistances insérées sur son passage, le courant conserve une intensité considérable.

On sait que les machines à influence donnent des courants continus à potentiel très élevé, mais en quantités excessivement réduites; d'autre part, on ne dispose pas, en général, d'un nombre suffisamment élevé d'éléments pour la production d'un courant de pile du potentiel voulu. On pourrait réaliser le but en question au moyen d'un clapet-redresseur, ne donnant passage au courant que dans un sens donné. La lampe de Cooper-Hewitt pourrait, par exemple, être employée à cette fin; mais les tensions pour lesquelles on la construit généralement sont par trop réduites. Les tubes à vide, à cathodes fixes et à anodes spécialement construites, fonctionnent, il est vrai, d'une façon analogue, et cela sous des différences de potentiel plus grandes, mais ils ne tardent pas à durcir par l'usage.

Or, Sir Oliver Lodge vient de modifier le redresseur à mercure de Cooper-Hewitt de façon qu'il puisse supporter des tensions antagonistes de plus de 20.000 volts; c'est dire que le courant de sens opposé traverse, plutôt que le redresseur, une distance explosive de $3/4$ de pouce. Avec un dispositif analogue, on charge une batterie de bouteilles de Leyde et l'on maintient un courant continu sur une résistance très élevée. Une condition nécessaire est évidemment que cette résistance soit assez grande pour que la capacité ne se vide point avant d'être rechargée.

Le redresseur de Lodge est un tube à vide vertical, muni d'une ampoule dans la partie supérieure qui contient une anode en fer, tandis qu'une cathode en mercure se trouve disposée en bas. Le tube doit porter à sa surface extérieure, et au voisinage immédiat de la cathode, une armature métallique communiquant avec le pôle positif. Ces dispositifs peuvent se construire pour des courants très considérables, et, comme ils peuvent être reliés en série, ils permettent de porter la différence de potentiel à des chiffres extrêmement élevés. Dans sa conférence, M. Lodge présentait, reliés en série, 12 éléments d'appareils dont la différence de potentiel totale (déterminée d'une façon approchée d'après la distance explosive) s'élevait sans doute à des centaines de kilovolts.

L'explication donnée par le conférencier du mécanisme de son appareil n'est que provisoire. Il s'agirait, en premier lieu, d'un transport d'ions positifs à travers le tube de l'anode vers la cathode. Dans un vide très poussé, le flux cathodique vient évidemment leur barrer le passage. Or, l'armature en feuille d'étain chargée positivement et recouvrant la surface extérieure du bout cathodique serait précisément destinée à disperser le flux cathodique; un courant d'ions positifs évoluerait à travers le centre et un flux de particules cathodiques négatives passerait en sens opposé et en dehors du courant positif.

Dans les expériences exécutées par M. Lodge, il montra, en premier lieu, la dispersion d'un brouillard artificiel sous une cloche de verre; le conférencier fit voir encore le courant d'étincelles passant à travers la distance explosive, et qui remplissait d'une odeur d'ozone l'auditoire tout entier, tout en produisant un craquement et un sifflement terribles. Dès qu'on tend un cordon humide à travers la distance explosive, le flux d'étincelles détonantes est cependant remplacé par un courant très calme, produisant l'incandescence et la combustion finale du cordon humide.

¹ *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines*, 1905.

¹ Voir l'*Electrical Times* du 30 mars 1905.

§ 4. — Biologie

L'œuf des Ascidiées est une mosaïque de substances déterminantes d'organes.

Pendant très longtemps, le cytoplasme des œufs (les réserves qu'il contient étant mises à part) a passé pour un cytoplasme homogène, non différencié, de telle sorte qu'il fallait chercher ailleurs que dans le cytoplasme les causes de la différenciation des organes et des tissus; tantôt on a supposé que le sort des blastomères était fonction de la place qu'ils occupaient, plus ou moins par hasard, les influences extérieures ou excitation fonctionnelle agissant sur eux d'une façon variable suivant leur position dans le complexe embryonnaire (théorie de l'isotropie); tantôt on a attribué aux noyaux la faculté d'imprimer au cytoplasme indifférent un certain mode d'évolution; les noyaux seraient différents les uns des autres, et, par l'intermédiaire de petites particules figurées (biophores et déterminants), agiraient de façon variable sur le *morphoplasma* (théorie de Weismann). A ces manières de voir, s'oppose la théorie de l'anisotropie; le cytoplasme de l'œuf, avant la segmentation même, ne serait pas homogène, mais, au contraire, renfermerait un certain nombre de substances différentes, détermi-

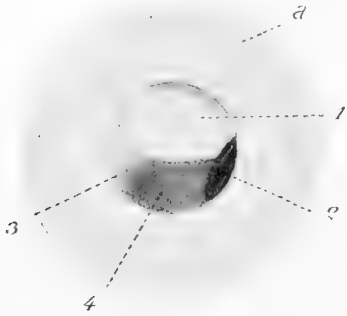


Fig. 1. — Œuf vivant de *Cynthia partita*, au stade à 2 blastomères, vu de profil, de telle sorte que l'on n'aperçoit qu'un seul blastomère. — a, chorion transparent qui entoure l'œuf; 1, cytoplasme clair (ectoplasme); 2, cytoplasme jaune (mesoplasme); 3, cytoplasme gris clair (chorda-neuroplasma); 4, cytoplasme gris foncé (endoplasme). D'après Conklin.

nantes d'organes (*organ-forming substances* de Conklin); la segmentation a pour effet de répartir d'une façon régulière, toujours la même pour une espèce donnée, ces différentes substances dans autant de blastomères qui sont l'origine d'organes définis. Cette théorie est analogue à la théorie de la mosaïque de Roux, mais analogue seulement, puisque Roux plaçait dans le noyau seul sa mosaïque des substances déterminantes; depuis, Roux a abandonné cette partie de sa théorie.

Les résultats expérimentaux ont été contradictoires, au moins en apparence; aussi l'opinion générale des biologistes penchait-elle fortement pour l'isotropie (théorie adoptée dans *la Forme et la Vie*, de Houssay, dans le *Traité d'Histologie* de Prenant, Bouin et Maillard). Mais, maintenant, l'anisotropie regagne du terrain; il semble que les œufs isotropes les plus typiques (Batraciens, Echinodermes), dont les blastomères isolés sont susceptibles de donner des larves complètes, ont aussi une structure mosaïque, mais qui est telle que les blastomères, jusqu'à un stade plus ou moins avancé, renferment un échantillon complet des substances déterminantes d'organes.

Le travail récent de Conklin¹ sur les œufs des Ascidiées est une contribution des plus intéressantes et des

plus convaincantes en faveur de la prédétermination ou anisotropie; l'œuf de *Cynthia*, avant la fécondation, renferme au moins trois substances cytoplasmiques de couleurs différentes, dans lesquelles sont engagés les grains de réserve; ces trois substances subissent, durant la fécondation et la segmentation, des migrations curieuses, si bien qu'à la fin de la segmentation, elles sont localisées dans des blastomères définis, origine d'organes définis: une substance jaune (*mesoplasme*) se trouve dans les cellules formatrices des muscles et du mésenchyme de la larve; une substance grise dans les cellules de l'endoderme (*endoplasme*), de la corde et de la plaque neurale (*chorda-neuroplasma*); la troisième, plus claire, dans les cellules de l'ectoderme (*ectoplasme*). Or, comme on peut les suivre depuis l'œuf jusqu'à l'embryon, il est évident que la segmentation est un travail de mosaïque, répartissant des substances de constitution différente; au stade 2 (voir fig. 1), les principaux organes de la larve, dans leurs proportions et positions respectives, sont déjà reconnaissables par la différence des divers cytoplasmes.

Pour démontrer que ces substances sont déterminantes, Conklin enlève à un œuf ou à une morula l'une d'entre elles; les embryons qui se développent alors ne posséderont pas les organes ou tissus correspondant à la substance disparue. Il confirme ainsi les résultats déjà anciens de van Beneden et Julin (1884), de Chabry (1887), qui avaient démontré, par des voies différentes, que des blastomères définis de l'œuf d'Ascidie donnent toujours naissance à des portions définies de la larve.

Il est très intéressant de constater l'accord parfait des résultats de Conklin avec ceux de Wilson (1904) pour le Dentale et la Patelle, de Crampton pour divers Gastropodes, et enfin de Driesch, Morgan et Fischel pour les Cténophores. Là encore, la segmentation suit une marche rigoureusement constante pour chaque forme; et très souvent les blastomères, dont la destinée est rigoureusement déterminée, diffèrent entre eux visiblement par leur contenu cytoplasmique; de même, comme Fischel l'a si bien montré pour les Cténophores, si l'on enlève à l'œuf, avant la segmentation, une partie déterminée de son cytoplasme, l'embryon qui se forme manque d'organes ou de parties d'organes définis. Seuls, les Némertes et les Echinodermes, bien qu'il y ait aussi un classement visible de substances cytoplasmiques au cours de la segmentation, ont pendant longtemps des blastomères équivalents ou indifférents; mais cela tient bien plutôt à une séparation tardive des différents matériaux formatifs qu'à une absence de différenciation cytoplasmique.

Les très nombreux travaux qui ont porté sur les cellules sexuelles et la fécondation ont tous ou presque tous arrivés à cette conclusion, qui paraît s'imposer: ce sont les chromosomes du noyau qui sont le support des particularités héréditaires. D'autre part, les auteurs qui ont étudié la segmentation des œufs ont conclu de leurs recherches que la polarité, la symétrie, la différenciation et la localisation sont d'abord visibles dans le cytoplasme, et que la position et les proportions des parties embryonnaires dépendent de la position et de la présence de certains blastomères ou de certaines aires cytoplasmiques. Voilà deux vues bien opposées, semble-t-il; mais il n'est pas impossible de chercher un terrain d'entente; on peut faire remarquer qu'à chaque mitose, de grandes quantités de suc nucléaire, contenant entre autres des albuminoïdes dissous, s'échappent dans le corps cellulaire, et il n'y aurait rien d'in vraisemblable à ce que ce matériel nucléaire contribué pour une part à la formation des substances cytoplasmiques déterminantes d'organes. Du reste, les expériences d'hybridation entre Oursins, effectuées par Boveri (1892) et Driesch, ont montré que, chez l'hybride, les premiers phénomènes de la segmentation sont du type maternel pur, c'est-à-dire qu'ils paraissent déterminés uniquement par le cytoplasme; mais, à partir d'un certain stade (gastrula), l'influence paternelle commence à se faire sentir, c'est-à-dire que le noyau

¹ Organ-forming substances in the eggs of Ascidiæ (*Biolog. Bulletin*, VIII, 1903, p. 203).

mixte affecte les phénomènes cytoplasmiques. On peut aussi penser que le cytoplasme renferme le matériel pour la formation des organes considérés en gros, c'est-à-dire en tant qu'ils sont communs aux deux progéniteurs, tandis que le noyau renfermerait les déterminants des caractères purement individuels; en réagissant sur le cytoplasme, il pourrait produire tels changements physico-chimiques qui aboutiraient finalement à la production des organes avec leurs caractères d'espèce et d'individu. Tout cela est encore très obscur, mais il semble qu'on est sur la piste d'une théorie nouvelle de l'hérédité et de l'ontogénèse.

§ 5. — Sciences médicales

La neurasthénie biliaire. — On connaît les travaux de MM. Gilbert et P. Lereboullet sur la « cholémie familiale », cette « diathèse » biliaire dont ces auteurs ont fait une étude approfondie. Selon eux, il existerait également une neurasthénie engendrée non seulement par la cholémie familiale, mais par toutes les affections qui apportent une entrave à la fonction biliaire. Les caractères de cette neurasthénie ne diffèrent guère de ceux de la maladie de Beard : asthénie physique et psychique, aboulie, somnolence, troubles dyspeptiques et intestinaux. Cependant, la céphalée serait moindre et reviendrait plutôt par accès; les malades seraient sujets à des douleurs articulaires, auraient une susceptibilité particulière au froid, une tendance aux hémorragies, à l'urticaire. Ces particularités, à vrai dire, n'ont rien de bien caractéristique; mais il était intéressant de savoir que les troubles de la fonction biliaire peuvent engendrer un syndrome neurasthénique.

Pseudo-tuberculose due à des lombrics. — M. le Dr Saint Léger Liston publie, dans le journal *The Lancet*¹, le cas très curieux d'un jeune garçon de treize ans, paraissant sur le point de mourir, tant il était débile, et qui semblait atteint de tuberculose à marche rapide; il présentait, en effet, de la fièvre qui atteignait jusqu'à 40°, une toux persistante et des sueurs nocturnes; enfin, il ne mangeait pas et ne pesait plus que 16 kilogs. L'auteur le considérait comme perdu, quand, un jour, en examinant son pharynx, il aperçut la tête d'un lombric; il purgea alors vigoureusement le petit malade qui, en quinze jours, rendit soit par la bouche, soit par l'anus, 603 lombrics variant de 13 à 20 centimètres de longueur. Le jeune garçon reprit vite des forces et guérit. Ce cas est très intéressant, car il prouve que, bien qu'on ait nié l'importance des « vers », il faut toujours penser à eux et, surtout quand il s'agit d'un enfant, il est nécessaire d'examiner les matières fécales d'une façon systématique, car on s'expose, si on ne le fait pas, à des erreurs de diagnostic fatales pour les malades.

§ 6. — Géographie et Colonisation

La valeur économique du Soudan central².

— Les explorations récentes de MM. Auguste Chevalier, d'Huart et Lenfant permettent de se faire une juste idée de la valeur économique des contrées avoisinant le Tchad. Pour l'heure présente, cette valeur

est insignifiante et va en décroissant du Sud au Nord.

En quittant le Haut-Congo, on trouve d'abord une zone de transition avec la forêt vierge, où croissent encore les lianes à caoutchouc, le kolatier, le caféier, le vanillier, le poivrier, le copalier, le manioc, le bananier, l'ananas et le papayer; les indigènes, assez nombreux, travaillent le fer, le bois et les poteries. C'est ensuite la zone moyenne des Etats Snoussi, région du raphia et du palmier à huile; le cotonnier y prospère, le blé dur, le riz, les doliques de Chine semblent réussir, les éléphants et les hippopotames y sont nombreux. Le Baghirmi est encore plus pauvre; les seules cultures sont le sorgho, le riz sauvage, l'arachide, le sésame, la courgette à huile; le caoutchouc s'arrête au neuvième parallèle. De plus, par le fait des incendies de brousse et d'une adaptation aux conditions biologiques nouvelles qui en résultent, le caoutchouc, au lieu de se trouver dans l'écorce des tiges, comme c'est le cas dans les grandes lianes, se rencontre exclusivement dans les parties souterraines (caoutchouc des herbes).

Avec le Kanem commence la zone des steppes du Nord; deux seules plantes ont une valeur industrielle : l'Acacia verek, qui fournit la gomme arabique, et l'Acacia arabica, à gousses et écorce tannifères. C'est le pays de l'autruche, de l'aigrette, du marabout; quelques petites oasis à dattes s'y rencontrent; on y élève le chameau et quelques bœufs de petite taille. Le climat saharien a envahi ces régions en les asséchant progressivement; beaucoup de lacs ont disparu. Le Tchad, lui-même, est en voie de dessèchement par suite de sa faible profondeur, de sa grande surface d'évaporation et de l'absence parfois totale de pluie. Le Commandant Lenfant pense que, dans un avenir prochain, le Tchad sera réduit à l'état de plaine marécageuse, tout à fait impropre à la navigation. A la stérilité du sol s'ajoute encore l'exode des habitants chassés et décimés par les guerres et par la traite qui sévit toujours. Enfin, si l'on excepte des gisements de natron, qui ne donnent lieu qu'à un commerce local, aucune richesse minière n'est venue jusqu'ici compenser la pauvreté des cultures.

Le Commandant Lenfant ne signale comme fertile que la région Kabi-Toubouri; les cultures y sont nombreuses et variées : maïs, mil, manioc, tabac, arachides, coton; on y élève de nombreux troupeaux de chevaux; les arbres à caoutchouc, les papayers, les karités, les gommiers forment de belles forêts; des tisserands très adroits serrent le grain de leurs fines étoffes de coton, d'autres s'occupent à teindre et à tanner. Si ce n'est là qu'une exception, elle montre cependant que l'indigène sait travailler lorsqu'il est libre et qu'il n'a à redouter ni la traite, ni la guerre. Ce sont les deux fléaux que nous devons d'abord travailler à détruire, et nous n'y arriverons qu'en supprimant les traitants tels que Gaourang et Snoussi.

Dans des conditions économiques aussi défavorables, la question des voies d'accès perd une grande partie de son importance. Le Soudan central restera toujours fort difficile à desservir. La valeur du Sahara étant encore à démontrer³, celle de la région qui nous occupe étant à peu près nulle, il ne saurait plus être question d'un chemin de fer transsaharien, orienté vers le Tchad. Quant à la voie fluviale, Bénoué-Logone, si vaillamment explorée par le Commandant Lenfant, elle apparaît bien précaire du fait qu'elle n'est praticable que pendant douze à seize semaines de l'orcados à la chute, et moins encore, huit à douze semaines seulement, de Sulcano au Chari. P. Clerget,

Professeur à l'École de Commerce du Loche

¹ *The Lancet*, Londres, 1903, n° 4248, p. 226.

² Cf. Commandant LENFANT : *De l'Atlantique au Tchad*. — AUGUSTE CHEVALIER : *De l'Oubanghi au lac Tchad*, in *la Géographie*, 15 mai 1904. — Dr DECORSE : *Du Congo au Tchad par le Chari*, in *Bull. Soc. Géogr. comm.*, t. XXVI, n° 3. — Lieutenant-colonel DESTENAVR : *Le lac Tchad*, in *Revue générale des Sciences* des 30 juin et 15 juillet 1903.

³ Cf. la *Revue* du 30 mars 1903.

AUGUSTE COMTE ET L'HISTOIRE DES SCIENCES¹

Il m'a été donné, dans ma jeunesse, d'assister au mouvement de diffusion des idées positivistes, non pas, bien entendu, à son origine, mais pendant la période où ce mouvement a été, je crois, le plus actif. Alors, le positivisme était bien véritablement une doctrine contemporaine, d'autant plus vivante qu'il y avait luttes, soit au sein de l'École, soit entre elle et les adversaires que Comte avait rencontrés de son vivant et qui n'avaient pas désarmé.

Peu à peu, et tandis que les idées positivistes gagnaient de plus en plus du terrain dans le cercle du grand public, tandis qu'elles imprégnaient de plus en plus l'esprit des générations nouvelles, ces luttes ont diminué de vivacité, à mesure que disparaissaient et les hommes qui avaient opposé à Auguste Comte les vieux arguments traditionnels, et ceux qui avaient, plus ou moins fidèlement, marché à ses côtés. Dès 1881, Littré, qui, après s'être séparé du Maître, a tant fait pour vulgariser la philosophie positive telle que lui, Littré, la comprenait, disparaissait, et la revue qu'il avait fondée en 1867 avec M. Wyruboff ne lui survivait guère. M. de Bli-gnières se retirait dans sa tour d'ivoire. Pierre Lafitte, à la fin de sa longue et vaillante carrière, enfermait de plus en plus l'École dont il était le chef dans le cercle de la Sociologie telle que Comte l'avait conçue.

Nous venons enfin de voir s'éteindre à son tour le grand penseur anglais, Herbert Spencer, dont on a longtemps pu se demander si le monument grandiose qu'il élevait ne serait pas une rénovation de l'œuvre de Comte, mais qui était trop génial pour suivre un plan étranger.

Qui reste-t-il aujourd'hui à avoir personnellement connu Auguste Comte, subi son influence directe? Désormais, le positivisme est entré dans le domaine de l'histoire, et même qui a pu prendre part jadis aux luttes qu'il suscitait, peut en parler en historien, sans passion et sans préjugé.

Je n'ai pas à vous exposer une doctrine qui a longtemps été professée dans cette chaire, une doctrine qui est, je crois, connue de tous dans ses grands traits, qui est, d'ailleurs, très facilement accessible à ceux qui désirent l'étudier particulièrement. Je ne veux insister que sur le rôle d'Auguste Comte dans l'histoire des Sciences. Cependant, je ne puis m'abstenir de faire quelques brèves

remarques sur le caractère de l'ensemble de son œuvre.

I

Auguste Comte est un des penseurs qui auront le plus profondément agi sur l'esprit français et, par suite, nous pouvons le dire hautement, sur l'esprit du monde civilisé. A cet égard, on peut le placer sur le même rang que Descartes; il laissera, dans le cerveau des générations à venir, une trace aussi durable que celle de l'immortel philosophe du XVII^e siècle.

Cette trace sera le concept même de la connaissance positive, concept constitué par les caractères sur lesquels il a longuement insisté, et qui distinguent le fait scientifique proprement dit de tout ce qui, de la part du savant, n'est qu'hypothèse dépassant ce qui est véritablement connu. Quiconque s'est familiarisé avec ce concept, désormais courant, et quiconque se l'est assimilé, a subi l'influence positiviste, et peut être appelé positiviste au sens large du mot, quand même il rejetterait tout ce qui, dans la doctrine comtiste, appartient à un autre ordre d'idées. On peut, à ce point de vue, être positiviste sans le savoir. En Allemagne, on a bien qualifié Kant de positiviste avant la lettre; on peut aussi, en prenant ce titre, comme récemment les néo-positivistes, chercher à fonder une doctrine de tendances essentiellement opposées à celles d'Auguste Comte.

Comte fut avant tout un esprit simpliste et, en même temps, puissamment systématique. Son point de départ est l'idée de donner à la politique des fondements scientifiques ou positifs (alors il emploie encore indifféremment ces deux mots). Pour que les fondements soient bien assurés, dans son cours de Philosophie positive, qui forme six volumes imprimés de 1830 à 1840, il donne un exposé synthétique de chacune des grandes sciences théoriques, en consacrant une attention particulière à l'étude des méthodes générales et des méthodes propres à chaque science; puis il aborde la science qu'il appela d'abord Physique sociale, plus tard Sociologie, et, suivant la règle qu'il a adoptée, il considère les sociétés d'abord à l'état statique, puis à l'état dynamique, c'est-à-dire dans leur évolution.

Dans ses ouvrages postérieurs, il passe de la théorie (philosophie positive) à l'application (politique positive), et développe les conséquences pratiques de sa doctrine en vue de l'organisation future des sociétés. C'est cette seconde partie de son œuvre qui amena la rupture entre lui et

¹ Cette leçon a été trouvée, entièrement rédigée, dans les papiers de mon frère. Elle a évidemment été préparée pour le Collège de France, et devait trouver sa place dans le « Discours sur l'histoire générale des Sciences » que mon frère comptait publier. JULES TANNERY.

Litré; mais il faut bien reconnaître aujourd'hui que, loin d'y dévier de sa voie primitive, Comte n'a fait qu'y poursuivre systématiquement et logiquement les déductions auxquelles le poussaient l'ensemble de ses prévisions. C'est l'adhésion à cette seconde partie de son œuvre qui fait le positiviste, au sens étroit du mot. C'est en ce sens seulement que le positivisme reste toujours une École bien déterminée, dont l'objectif est, d'ailleurs, d'ordre purement sociologique, et sort, par suite, du cercle dans lequel j'entends me maintenir.

II

Le premier point que je veux signaler, c'est que l'exposé synthétique des Sciences mathématiques, physiques et naturelles, donné par Auguste Comte dans son Cours de Philosophie positive, constitue un document historique d'une importance inappréciable sur l'état des sciences et des idées scientifiques au commencement du XIX^e siècle.

Mais, ici, une remarque capitale est nécessaire. Entré à l'École Polytechnique en 1814, Comte, pour les sciences qu'il y avait apprises, et quoiqu'il se fût adonné, pour vivre, à l'enseignement des Mathématiques, — ou plutôt pour cela même, car l'enseignement ne porte que sur la science faite et est toujours en retard sur la science qui se fait, — Comte, dis-je, est relativement arriéré en ce qui concerne les Sciences mathématiques et physiques, par rapport au temps où il publia son Cours de Philosophie positive. Il reste en dehors des nouvelles idées qu'on commence à agiter alors dans ce domaine, ou bien il ne les apprécie nullement à leur valeur. D'autre part, sa conception de la connaissance positive n'offrait, en réalité, rien de bien neuf pour les mathématiciens, les astronomes, les physiciens et les chimistes. Il n'a donc exercé aucune action effective sur le progrès des sciences correspondantes, et, d'un autre côté, les maîtres de ces sciences furent plutôt portés à l'apprécier défavorablement.

Au contraire, pour les Sciences naturelles, ou du moins pour leur partie théorique, qu'il a d'abord appelée Physiologie, puis, plus heureusement, Biologie, Comte avait complété son instruction au sortir de l'École Polytechnique et en se mêlant au mouvement des idées d'alors. La Biologie cherchait encore sa voie et ses principes directeurs. Là, l'idée fondamentale de Comte apportait réellement un élément nouveau; et l'on peut s'en convaincre si l'on compare à cette idée les tendances tout à fait opposées de cette « philosophie de la nature » qui régnait alors en Allemagne et y exerçait une influence que, somme toute, on doit qualifier de néfaste. Dans ces conditions, Comte rallia, parmi

les médecins et les physiologistes, des adhésions aussi importantes par leur valeur que par leur nombre, et il exerça par ses idées une influence marquée sur le progrès de la science. Cette influence apparaît spécialement dans l'esprit particulier qui anima longtemps la Société de Biologie, fondée en 1848, et qu'a fait ressortir le Dr Gley, dans une remarquable étude insérée dans les *Annales internationales d'Histoire comparée* (Congrès de Paris, 1900, Histoire des Sciences). Grâce aux travaux des savants illustres qui ont fait la gloire de cette Société, et qui ont tous été plus ou moins touchés par le comtisme, l'influence de la Philosophie positive a pénétré la Biologie autant qu'il était nécessaire pour assurer son progrès décisif sans finir par l'enserrer dans les liens d'une formule morte.

Si Comte n'a, d'autre part, nullement prévu le succès auquel devaient atteindre les doctrines de Lamarck, ni l'importance capitale que devait prendre dans le dernier tiers du XIX^e siècle l'idée de l'évolution en Biologie, il est, en revanche, un point sur lequel il a assurément devancé l'avenir. Sa conception de la vie sur une base purement chimique (à une époque où la théorie cellulaire n'existait pas encore) est évidemment le point de départ de celle que M. Le Dantec devait formuler de nos jours.

Peut-être est-il permis de se demander si, dans la Sociologie de l'avenir, la trace de l'œuvre d'Auguste Comte restera marquée plus profondément qu'en Biologie.

Mais surtout, en ce qui concerne l'exposé synthétique qui remplit les cinq premiers volumes d'Auguste Comte, on doit remarquer que, selon toute probabilité, on ne reverra plus pour l'avenir un travail aussi profond et aussi complet accompli par un seul homme. Peut-être, entre 1850 et 1870, un génie égal au sien et doué d'une puissance d'assimilation aussi remarquable, eût-il encore pu essayer une œuvre du même genre, en refondant et en développant le travail de Comte. Mais, depuis un demi-siècle, le développement scientifique a été si rapide et si intense, qu'aujourd'hui il faudrait recourir à une collaboration et renoncer à l'unité de vue qui fait le grand intérêt de pareilles tentatives.

III

Je ne m'arrêterais point à la classification des sciences d'Auguste Comte, si je n'avais à examiner l'intérêt qu'elle offre pour l'Histoire des sciences.

La valeur de cette classification est unanimement reconnue; elle procède, comme on sait, du plus simple et du plus général au plus complexe et au plus particulier :

Mathématique, Astronomie, Physique, Chimie, Biologie, Sociologie.

Je ne relèverai ni les critiques qui ont été adressées à cette classification, ni les modifications, plus ou moins heureuses, qu'on a voulu lui apporter, en complétant, par exemple, le cadre des sciences abstraites et générales, auquel Comte s'était limité, par l'addition des sciences appliquées à des objets particuliers.

Je considère, en effet, ces critiques et ces corrections comme déplaçant la question telle qu'elle me semble devoir être posée.

Comte a cherché une classification *a priori*, et il a très sagement fait de se borner aux sciences abstraites, pour lesquelles la question était relativement simple et susceptible d'une solution heureuse, en ce sens, du moins, qu'elle peut être assez commodément appliquée à l'histoire des sciences depuis la Renaissance (si l'on écarte toutefois la Sociologie, qui doit, bien entendu, avoir son histoire à part).

Mais, si l'on remonte à l'Antiquité et au Moyen-Âge, une classification de ce genre devient tout à fait illusoire. Au moins en ce qui me concerne, et après m'être longtemps obstinément attaché au point de vue *a priori*, je me suis convaincu que la question de classification des sciences est une question historique et que, pour se rendre compte de l'état de l'esprit scientifique à une époque donnée, il faut classer les matières sous les rubriques dont on les affectait alors et dans l'ordre effectif de leur enseignement. Même pour Descartes, vouloir, par exemple, exposer à part ses idées en Mécanique, en Astronomie, en Physique, en Chimie, et décomposer, à cet effet, l'unité singulière qui règne dans les *Principes de Philosophie*, c'est une entreprise essentiellement contraire au véritable point de vue historique.

Quelque satisfaisantes que puissent paraître encore aujourd'hui les raisons invoquées par Comte pour présenter sa classification comme nécessaire, complète et définitive, nous ne pouvons nullement affirmer que, d'ici à un siècle, les cadres de plusieurs de ses grandes sciences n'aient pas subi des modifications profondes, et certains indices sont même de nature à faire croire que ces modifications peuvent être assez prochaines. Elles n'infirmeront pas en tout cas la valeur de la classification d'Aug. Comte relativement à son temps et à une période historique assez longue.

C'est évidemment un exercice où l'on peut se complaire, comme l'ont fait, avant et après Comte, Ampère et Cournot, que de tracer *a priori* un cadre des sujets d'étude que l'on considère comme possibles et qu'on croit nécessaire de distinguer. On peut les grouper, les classer, les subdiviser de

façon plus ou moins rationnelle ou ingénieuse; on peut les affubler de noms plus ou moins heureux, s'il n'y en a pas qui soient déjà courants. Mais c'est vouloir imposer au libre esprit scientifique des bornes auxquelles il ne s'assujettira pas. Aussi, bien rares sont, dans les classifications déjà anciennes auxquelles j'ai fait allusion, les indications qui ont porté fruit. Au contraire, on voit se constituer sous d'autres noms ou des spécialités qui prennent un développement inattendu, ou des groupes d'études dont le lien reste encore assez lâche et dont l'union n'est peut-être que provisoire. Ce sont ces sciences que l'histoire à venir aura à classer *a posteriori* comme appartenant par leur origine à notre époque (si du moins elles lui survivent), car c'est de notre temps qu'elles auront commencé à être traitées et professées à part.

Mais, quant à la classification d'Auguste Comte, même si on limite aux sciences abstraites l'histoire générale des sciences, cette classification offre au point de vue historique un grave inconvénient : c'est d'écarter la Médecine. A la vérité, on peut la concevoir, au point de vue abstrait, comme n'étant qu'une branche spéciale de la Biologie, à savoir la Pathologie. Mais c'est méconnaître singulièrement, pour la plus longue période du passé, celle de l'Antiquité et du Moyen-Âge, l'importance tout à fait exceptionnelle des médecins comme savants. En réalité, jusqu'au xvii^e siècle, il y a eu trois cercles d'études bien distinctes, dont les adeptes s'appelaient mathématiciens, philosophes et médecins. Or ce sont les médecins qui sont les plus anciens, en ce sens au moins que ce sont les premiers qui aient constitué un *corpus* d'études scientifiques, celui d'Hippocrate. Ce sont eux qui ont toujours possédé la science la plus complète, parce que leur profession exigeait une culture générale et était le débouché naturel après les études scientifiques. Ce sont eux qui, pour la pratique de leur art, ont développé les sciences naturelles, puis les ont longtemps gardées sous leur tutelle. Ils ont même contribué parfois, avec une singulière activité et un bonheur étrange, au progrès des sciences mathématiques, astronomiques, physiques et chimiques. Les noms de Cardan, de Copernic (qui était docteur en médecine et praticien remarquable), de Gilbert, de Paracelse, le montrent assez. Une histoire spéciale de chaque science peut négliger ce rôle universel des médecins; une histoire générale doit le mettre en relief.

IV

J'arrive enfin à ce que Comte a appelé la loi des trois états, théologique, métaphysique, positif; il l'a formulée dès son premier volume; mais, pour en saisir la véritable signification, il est peut-être

nécessaire de lire tout le cours de Philosophie positive; il est surtout indispensable d'en étudier le sixième volume, qui, comme étude des sociétés au point de vue dynamique, comprend une histoire de l'humanité dans laquelle l'étude de l'évolution scientifique tient une large part. Il n'y a pas là, à vrai dire, une histoire générale des sciences, précisément parce que les éléments étrangers à cette histoire sont beaucoup trop considérables, mais il y a, sur l'histoire des sciences, des aperçus d'une haute valeur, et dont il est essentiel de tenir compte.

Je ne puis prétendre faire aujourd'hui le relevé de tout ce qui, dans l'œuvre de Comte, mérite ainsi d'être conservé pour l'histoire générale des sciences, et peut y être incorporé sans hésitation. Je me bornerai à examiner la loi des trois états, en la prenant, d'ailleurs, sous la forme que Comte lui a donnée dès 1830. Il affirme que l'esprit humain, en s'occupant des objets au sujet desquels des connaissances scientifiques sont possibles, passe nécessairement par trois états successifs, qu'on peut retrouver dans le développement intellectuel de l'enfant aussi bien que dans l'évolution des connaissances, et qu'il définit comme suit :

« Dans l'état théologique (ou fictif), l'esprit humain, dirigeant essentiellement ses recherches vers la nature intime des êtres, les causes premières et finales de tous les effets qui le frappent, en un mot, vers les connaissances absolues, se représente les phénomènes comme produits par l'action directe et continue d'agents surnaturels plus ou moins nombreux, dont l'intervention arbitraire explique toutes les anomalies apparentes de l'Univers.

« Dans l'état métaphysique (ou abstrait), qui n'est au fond qu'une simple modification générale du premier, les agents surnaturels sont remplacés par des forces abstraites, véritables entités (abstractions personnifiées, inhérentes aux divers êtres du monde, et conçues comme capables d'engendrer par elles-mêmes tous les phénomènes observés, dont l'explication consiste alors à assigner pour chacune l'entité correspondante.

« Enfin, dans l'état positif, l'esprit humain, reconnaissant l'impossibilité d'obtenir des notions absolues, renonce à chercher l'origine et la destination de l'Univers, et à connaître les causes intimes des phénomènes, pour s'attacher uniquement à découvrir, par l'usage bien combiné du raisonnement et de l'observation, leurs lois effectives, c'est-à-dire leurs relations invariables de succession et de similitude. L'explication des faits, réduite alors à des termes réels, n'est plus désormais que la liaison établie entre les divers phénomènes particuliers et quelques faits généraux, dont les progrès de la science tendent de plus en plus à diminuer le nombre¹. »

La première remarque que je ferai sur ce qu'on appelle la « loi des trois états » pourra vous paraître un peu hors de propos, et je m'en abstenrais si je ne visais qu'Auguste Comte dans cette remarque. Mais je ne puis laisser passer cette occasion de m'élever, dans la mesure de mes forces, contre l'abus du mot « loi » dans des domaines où l'on

essaie d'imiter les méthodes scientifiques. Si louables que puissent être ces tentatives, il faut au moins insister sur ce point que, pour elles, la première condition du succès est de respecter rigoureusement la précision de la terminologie scientifique.

Le mot *loi* a déjà au moins deux acceptions techniques bien distinctes : l'acception juridique et l'acception scientifique. Mais, dans ces deux acceptions, il a (ou au moins doit avoir) trois caractères qui lui sont communs.

La loi est universelle; en grammaire, il n'y a pas, dit-on, de règle sans exception; à la loi, il n'y pas d'exception, parce qu'elle doit spécifier tous les cas auxquels elle s'applique.

La loi doit être précise, c'est-à-dire que tous les mots qui y sont employés doivent avoir un sens clair et sans ambiguïté. Or, c'est précisément là ce qui fait la grande difficulté de formuler des lois dans les ordres de connaissances où le langage n'a pas une précision technique, et ce qui, dans l'ordre juridique, a rendu nécessaire la constitution de la jurisprudence, ou de ce qu'on appelle la science du droit, dont l'objet est précisément de suppléer à l'imprécision des textes législatifs.

Enfin, la loi doit permettre la prévision pour l'avenir et dans chaque cas particulier, et une prévision non pas vague, mais bien déterminée : sans doute, il est possible, si le cas est complexe, qu'une loi unique ne suffise pas pour la prévision complète; mais elle doit, au moins, fournir une équation (ou l'équivalent d'une équation) entre les données du cas considéré et les inconnues qu'on cherche à prévoir.

Il est malheureusement trop évident que, jusqu'à présent, aucune de ces trois conditions n'est suffisamment remplie par les formules qu'on appelle couramment lois en Histoire ou en Sociologie, en Psychologie ou en Économie politique. Cela ne veut nullement dire que ces formules n'ont aucune valeur ni aucune importance; mais appelons-les seulement formules et ne prodiguons pas le mot de « loi scientifique ».

Je demande donc la permission de dire désormais la formule des trois états, et non la loi des trois états.

Est-il nécessaire d'insister au sujet de cette formule sur ce qui lui manque pour pouvoir réellement être élevée à la hauteur d'une loi scientifique?

D'abord, sous le rapport de l'universalité, il est évident qu'elle n'est fondée que sur l'observation, et en fait sur l'observation de l'évolution d'une seule civilisation, celle que nous appelons européenne et que nous ne faisons pas remonter plus haut que les Romains et les Grecs. L'analogie avec le développement intellectuel de l'enfant ne peut certainement

¹ AUGUSTE COMTE : *Cours de Philosophie positive* (2 juillet 1830), t. I, 1830.

être invoquée qu'en gros, et une étude plus approfondie de ce développement, en somme très peu étudié, peut montrer qu'il n'y a dans le rapprochement que des apparences plus ou moins trompeuses.

Conclure, dans ces conditions, que la formule des trois états est applicable à l'histoire passée et future des Chinois, dont la mentalité semble si différente de la nôtre, ou bien qu'une éducation rationnelle ne pourrait pas faire passer immédiatement des nègres fétichistes de l'état théologique à l'état positif, c'est faire des inductions qui peuvent être vraies, mais qui dépassent évidemment la portée des observations faites.

Sur le manque de précision de la formule des trois états, j'aurai à exprimer des critiques très graves en ce qui concerne le second état; je diffère pour ce moment les critiques.

Enfin, la formule ne permet de rien prévoir pour l'avenir, pas plus que de rien reconstruire dans le passé; à cet égard, elle partage le sort de toutes les prétendues lois historiques, précisément parce qu'elles sont historiques. Même en admettant, avec Comte, le progrès de plus en plus marqué dans l'avenir de l'esprit positif (et certes il n'y a pas aujourd'hui à se vanter du don de prophétie pour faire une prédiction de ce genre), il est certain qu'on ne peut affirmer que toute trace des états théologique et métaphysique disparaîtra à un jour donné! Et Comte a tellement senti la difficulté sur ce point qu'il a reconnu dès le début, et non pas seulement à la fin de sa carrière, la nécessité de donner satisfaction aux sentiments qui sont les supports de ces deux états intellectuels, et qu'il s'est efforcé, dans sa *Politique positive*, de répondre à cette nécessité en transformant dans un sens déterminé les conceptions qui servent de base à la religion et à la philosophie.

Or, l'histoire nous apprend bien que ces conceptions ne sont nullement immuables et qu'elles se transforment d'elles-mêmes par une évolution interne. Mais elle ne nous apprend point ce qu'elles deviendront en fait dans l'avenir, et peut-être que bien longtemps avant qu'elles se rapprochent (si jamais elles doivent le faire) des formes que leur a assignées Aug. Comte dans l'avenir, peut-être l'état positif lui-même (c'est-à-dire la conception de la science par les savants) aura-t-il subi une transformation aussi profonde et aussi radicale.

V

La formule des trois états a été l'objet de longues et sérieuses discussions, que je ne rappellerai point. En fait, elle est tombée dans une défaveur que, pour ma part, je trouve quelque peu imméritée. Elle a l'avantage, si on l'entend bien dans le sens défini

par les applications qu'Aug. Comte en a faites lui-même, d'une orientation générale qui n'est pas sans importance, dût-elle, dans l'étude de l'histoire des sciences, n'être que provisoire. Elle a surtout l'intérêt (peut-être plus apparent que réel) de donner comme une mesure du progrès relatif de chaque science.

D'après le principe de classification d'Auguste Comte, il va, en effet, de soi que chacune d'elles a besoin, pour accomplir un certain progrès, que la science qui la précède et qui est plus générale qu'elle, et par là même plus simple, ait fait elle-même le pas en avant qui peut permettre ce progrès. Les sciences se développent donc suivant l'ordre de leur simplicité et de leur généralité. Cette vérité, sur laquelle Comte a insisté à bon droit, est au fond une tautologie, et l'on en voit de nombreux exemples dans l'histoire des sciences. Mais, si on l'applique à la classification de Comte, elle peut soulever des difficultés, parce qu'à une époque donnée le nombre et l'importance des connaissances techniques et de leurs applications peut, par exemple, sembler supérieur en Histoire naturelle, inférieur en Chimie.

Or cette difficulté peut être écartée par la formule des trois états, qui est suffisamment compréhensive et suffisamment pratique, alors qu'il est certainement très malaisé de trouver une définition générale et précise du progrès ou du développement d'une science. Je ne sache pas du moins que ceux qui ont critiqué l'échelle choisie par Comte en aient trouvé une meilleure.

Les réserves que je crois devoir faire en faveur de la formule des trois états ne m'empêchent pas de signaler son défaut capital. Tandis que les états théologique et positif sont définis assez clairement, il n'en est pas de même de l'état intermédiaire.

Prenons comme exemple la science dont l'histoire est presque aussi ancienne que celle des Mathématiques, à savoir l'Astronomie.

Il est évident que le premier pas décisif a été accompli du jour où l'on a reconnu que les phénomènes célestes étaient soumis à des périodes régulières, permettant leur prévision. Or ce pas a été accompli en pleine période théologique, chez les Chaldéens, puisqu'ils étaient parvenus à prédire les éclipses, sans même avoir reconnu leur véritable cause, et alors qu'ils considéraient toujours incontestablement les astres comme des divinités.

Au temps de Platon et d'Aristote, il y avait déjà eu des penseurs, comme Anaxagore, qui avaient osé affirmer que le Soleil et la Lune étaient de nature terrestre; mais leurs conceptions ne permettaient pas plus la prévision des phénomènes astronomiques que le bannissement des idées théologiques et métaphysiques ne nous permet aujourd'hui les

prévisions météorologiques à longue échéance.

Platon et Aristote reviennent à considérer les astres comme divins ; mais ils déclarent que, précisément parce qu'ils sont divins, il leur convient de n'avoir que des mouvements circulaires et uniformes. C'est une conception que les philosophes s'accorderont pour regarder comme métaphysique, quoi qu'elle ne rentre nullement dans la définition donnée par Comte de l'état métaphysique. Or cette conception a constitué le second pas décisif en Astronomie, celui qui a permis de fonder une théorie mathématique ; que cette théorie mathématique ait été très imparfaite dans l'Antiquité, cela tient à l'insuffisance des observations et aussi à celle des théoriciens, non pas au vice de la conception.

Pratiquement, en effet, la connaissance positive en Astronomie reste toujours fondée sur une combinaison de mouvements circulaires et uniformes, car nos tables astronomiques sont calculées au moyen de développements en séries trigonométriques qui ne représentent pas autre chose, et dont chaque terme peut et doit être corrigé d'après les observations.

Les lois de Képler, dont la loi de Newton a été déduite à l'origine, n'existent plus qu'en façade, et l'exactitude parfaite de la loi de Newton elle-même reste toujours sujette à caution : le progrès de la certitude des observations peut toujours amener à y introduire une correction.

Parallèlement à la théorie mathématique, les Anciens ont eu une conception physique du système du Monde. Les phénomènes célestes sont regardés comme produits par des rotations de sphères enchâssées ou roulant les unes sur les autres sans frottement et conservant, par suite, un mouvement uniforme. Ces sphères sont conçues comme divines et comme formées d'un élément matériel essentiellement différent des éléments sublunaires. L'idée de leur divinité disparut avec le polythéisme devant le monothéisme chrétien, sans aucune intervention de l'esprit positif.

Le reste de la conception qui subsista jusqu'à Tycho-Brahé est une hypothèse certainement fautive, mais d'un caractère purement physique, et qui, en elle-même, n'est pas plus ridicule que celle de l'éther au milieu duquel les astres se mouvraient sans frottement en obéissant à une action à distance.

La machinerie de Ptolémée était trop compliquée ; Copernic la simplifia énormément en renouvelant l'hypothèse héliocentrique d'Aristarque de Samos, mais il la conserva en principe. Dans sa réforme, il part, d'ailleurs, d'une idée vraiment métaphysique, à savoir que la simplicité convient aux œuvres du Créateur, ou, si l'on veut, que la Nature agit par les voies les plus simples.

Képler, dans la découverte de ses lois, a été guidé, en dehors des observations de Tycho-Brahé, par la même idée métaphysique qui avait inspiré Copernic, et aussi par des tendances mystiques bien connues concernant les propriétés des figures et des nombres.

Avant Newton, avec lequel s'ouvre définitivement l'ère considérée comme positive par Auguste Comte, le seul en qui apparaisse clairement l'état d'esprit positif est certainement Tycho-Brahé, qui renverse définitivement l'antique conception des sphères, mais qui, d'un autre côté, se refuse à adopter l'hypothèse héliocentrique, parce qu'elle n'est pas établie sur l'expérience, et qu'elle ne représente pour lui qu'une simple combinaison mathématique.

Ainsi l'histoire du progrès de l'Astronomie nous offre une suite d'étapes, pour lesquelles nous voyons intervenir à la fois des conceptions théologiques, métaphysiques et positives, sans qu'elles se distinguent nettement les unes des autres pour caractériser des périodes successives. Nous voyons les idées métaphysiques contribuer très largement au progrès, le décider même, plutôt que les conceptions strictement positives. Mais une coupure en trois états distincts est, en tout cas, une conception simpliste qui ne représente que très imparfaitement la continuité historique, d'autant que la question n'est certainement pas tranchée définitivement, comme le croyait Comte, par la découverte de Newton.

Or, ce qu'il est essentiel de remarquer, c'est que la description de l'état métaphysique par Aug. Comte ne correspond nullement aux idées que je viens de qualifier de métaphysiques, suivant le langage courant et suivant le langage des philosophes. Ces « forces abstraites », ces « véritables entités », ces « abstractions personnifiées » dont il parle, font beaucoup plutôt penser à la gravitation universelle elle-même, qui, d'ailleurs, comme on sait, a été longtemps combattue comme un retour aux qualités occultes des scolastiques.

Certainement, Comte n'a pas visé la gravitation universelle : il n'en reste pas moins certain que, malgré tous ses efforts, il n'a pu débarrasser la conception de la force en Mécanique, telle qu'elle existait de son temps, de son caractère métaphysique, qui dérivait plus ou moins de la conception anthropomorphique primitive. Car l'œuvre de Comte est antérieure aux tentatives modernes pour éliminer de la science positive le concept de force, en lui substituant le concept d'énergie. Ces tentatives, qui n'ont pas encore définitivement triomphé, accusent, au reste, un progrès marqué des idées positives ; mais leur critique approfondie, que je n'ai pas à entreprendre aujourd'hui, montrera

qu'elles ne sont nullement exemptes du levain véritablement métaphysique.

VI

Ce qu'Auguste Comte visait, si l'on pèse bien ses mots, si l'on examine les exemples qu'il donne, dans son sixième volume, c'est, pour ne pas parler des idées simplement fausses, comme les superstitions astrologiques ou les croyances aux influences occultes, l'explication tant raillée par Molière :

*Quare opium facit dormire?
Quia est in eo
Virtus dormitiva
Cujus est natura
Sensus assoupire.*

Voilà l'entité inhérente à l'opium, l'explication des phénomènes qu'il produit par l'indication de cette entité.

Les philosophes ont reproché à juste titre à Comte d'avoir qualifié de métaphysique cette explication; en fait, elle n'a rien à faire avec la métaphysique; elle est purement scolastique, c'est-à-dire un produit d'un enseignement livresque, s'exerçant à vide, sans contact avec les faits, avec le grand livre de la Nature, comme dirait Galilée.

Vous savez tous que le mot métaphysique a pris depuis longtemps le sens de « dépassant la nature » et s'applique comme tel à des spéculations faites en grande partie *a priori*, n'ayant par suite qu'une valeur subjective ou individuelle, et qui ont le caractère soit d'anticipations hypothétiques sur un domaine connaissable, mais non encore connu, soit de conceptions systématiques sur ce qui est scientifiquement inconnaissable. Telles, par exemple, les *Méditations* de Descartes. A ce titre, l'affirmation d'un inconnaissable est certainement métaphysique.

Mais vous savez aussi qu'originellement ce mot désignait un ensemble de livres d'Aristote, pour lesquels on n'avait pas trouvé de titre convenable et qu'on appela *μετὰ τὰ φυσικά* parce qu'on les rangea dans un *corpus* aristotilique après *τὰ φυσικά*, c'est-à-dire après les livres consacrés à la Physique. En réalité, les treize livres de la *Métaphysique* sont, comme tous les écrits scientifiques ou philosophiques d'Aristote, des rédactions de cours qui n'étaient pas destinées à être publiées sous cette forme; mais, en outre, les livres métaphysiques sont en général particulièrement imparfaits, et la rédaction en est beaucoup moins au point que pour les autres. Ils sont consacrés à des sujets passablement divers, dont plusieurs ont été repris ailleurs.

Cependant, on y distingue des parties qui paraissent avoir appartenu à ce qu'Aristote appelait Philosophie première, et où il a essayé d'accomplir un

travail moitié grammatical, moitié logique, mais essentiellement utile : celui de distinguer avec soin les différents sens dans lesquels étaient employés les mots d'un usage courant dans la science. C'est de cette partie de la Métaphysique d'Aristote, reprise au XIII^e siècle par les grands docteurs de la Scolastique, que dérive le terme d'*entité* auquel, d'ailleurs, rien absolument ne correspond dans Aristote.

Entité est un terme purement logique, signifiant le sens sous lequel on conçoit que le verbe *être* peut être lié à un mot substantif. Il y a par suite de nombreuses sortes d'entités, selon que le substantif représente un objet réel ou une abstraction de telle ou telle sorte. L'École distinguait certainement des abstractions personnifiées, mais elles appartenaient aux théories platoniciennes ou plutôt néoplatoniciennes, nullement aux doctrines aristotiliques, et ces abstractions étaient parfaitement séparées, qualifiées de transcendantes, nullement inhérentes ou immanentes aux êtres, comme le dit Comte. Il suffit de dire qu'on parlait d'entités modales et que jamais un mode n'a été considéré que comme une abstraction purement logique, que jamais un mode n'a pu être personnifié, pour constater l'inexactitude du langage de Comte.

Si la manière d'enseigner du Moyen-Age, et jusqu'en plein XVII^e siècle, a pu réellement conduire à attribuer une existence objective à une notion essentiellement verbale, cela n'a rien à faire avec la Métaphysique; en étudiant l'esprit des enfants, on se rend compte avec quelle facilité leur imagination se porte à des transformations de ce genre, et l'on doit se dire que, si le triomphe définitif des idées positives était, par impossible, accompagné d'un arrêt prolongé dans le progrès de la science, si, par suite, l'enseignement, comme après le grand mouvement intellectuel du XIII^e siècle, restait enfermé dans une tradition livresque pendant une période de trois ou quatre siècles, on verrait réapparaître l'état d'esprit stationnaire que Molière a stigmatisé.

J'en ai dit assez pour faire comprendre pourquoi, tout en reconnaissant une valeur sérieuse à la formule des trois états, je ne puis en accepter les termes. Proposerai-je de la corriger ou de lui en substituer une autre? Nullement. Je dois au moins à cette formule la reconnaissance de m'avoir incité à approfondir l'histoire des sciences, dans le but de l'éprouver et d'en déterminer la portée et le degré de justesse. Mais de cette étude, poursuivie depuis trente ans, j'ai retiré cette conviction que de pareilles tentatives ne peuvent être maintenant, et de longtemps encore, que des anticipations prématurées, et, si elles peuvent être utiles pour provoquer des recherches dans une direction qui n'aurait pas

encore été essayée, il faut se garder de les poser comme des dogmes acquis. Et le grand défaut de Comte, comme historien de la science, c'est que, dans tout ce qu'il a écrit à ce sujet, il a pris le contre-pied de la maxime : *Scribitur ad narrandum, non ad probandum*.

J'ai retiré de mes recherches une autre conviction : c'est que, dans le développement scientifique, entrent d'autres facteurs que les états successifs de la mentalité. Il en est, en particulier, dont la considération est nécessaire pour expliquer les

accidents que présente le cours de cette histoire, pour rendre compte, par exemple, des intervalles énormes de temps entre des étapes qui nous semblent aussi voisines que possible. Ces facteurs, dont il me semble essentiel de ne pas négliger les effets, sont l'état politique et l'état économique.

La suite de ce cours vous montrera, Messieurs, dans quelle mesure j'estime que ces facteurs doivent figurer dans l'Histoire générale des sciences.

Paul Tannery.

LES PSEUDO-ACIDES

La question des pseudo-acides (et des pseudo-bases) offre autant d'intérêt pour la Chimie organique que pour la Physico-Chimie. Il s'agit, au fond, de déterminer la constitution de certaines substances, problème favori de la Chimie organique, qu'elle seule est capable de résoudre définitivement; mais, d'autre part, ce sont surtout les procédés de la Chimie physique qui permettent de déceler les corps sur lesquels portera l'effort de l'organicien et qui font l'objet de cette conférence.

L'étude des acides et des bases et la formation des sels a, de tout temps, sollicité vivement l'attention des chimistes, sans doute parce que le sel neutre diffère si profondément des corps générateurs et qu'on n'y retrouve plus ces qualités remarquables désignées sous le nom de propriétés acides et de propriétés basiques. Nous savons maintenant que les premières appartiennent au cation H^+ , que les secondes sont caractéristiques de l'anion OH^- , et que leur disparition, lors de la formation du sel, tient simplement à la disparition des ions H^+ et OH^- , qui se combinent en donnant de l'eau.

Un acide est donc formé d'un atome d'hydrogène *typique* (en nous bornant aux acides monobasiques) et d'un radical R. Quand on le dissout dans l'eau ou dans un milieu ionisant, il se dissocie partiellement en un cation H^+ et un anion R^- , et cette ionisation est d'autant plus avancée que l'acide est plus fort. Neutralisons l'acide par une molécule de soude; nous obtiendrons le sel de sodium RNa , dont la dissociation en ions R^- et Na^+ est toujours très prononcée. Ainsi l'acide azotique dissout dans l'eau contient principalement les ions AzO_3^- et H^+ , parce que c'est un acide fort; l'acide acétique, au contraire, est surtout constitué par la molécule neutre, non ionisée, $C^2H^3O^2.H$ et n'émet qu'un petit nombre d'ions $C^2H^3O^2^-$ et H^+ (à peu près 1 % de son poids), en raison de sa faible conductibilité

électrique. Les sels neutres, azotate ou acétate de sodium, présentent une dissociation d'environ 80 % dans les conditions ordinaires de concentration, et sont formés essentiellement des ions AzO_3^- et Na^+ ou $C^2H^3O^2^-$ et Na^+ .

Dans la grande majorité des cas, le problème de la constitution est résolu quand on connaît celle de l'acide ou du sel; on admet que le radical $C^2H^3O^2^-$ est le même dans l'acide acétique et dans l'acétate, pour la molécule neutre aussi bien que pour l'anion, ce qu'on exprime en écrivant $CH^3.COOH$ et $CH^3.COONa$.

Il y a vingt ans, on eût fort étonné les chimistes en leur demandant s'ils étaient bien sûrs que le sel possède la même structure que l'acide. La question ne se posait même pas; on obtenait la formule développée du sel en mettant simplement le métal à la place de l'hydrogène typique dans la formule de l'acide. Cela paraissait si naturel que, lorsque Geuther découvrit l'éther acétyl-acétique sodé en 1868, il l'écrivit $CH^3CO.CHNa.COOC^2H^3$; de même. M. Haller, en 1887, formula son éther cyanacétique sodé $\dot{C}Az.CHNa.COOC^2H^3$. On reliait le métal alcalin au carbone, sans aucun scrupule.

Les protestations ne tardèrent pas à s'élever. C'est Michaël¹ qui, le premier, en 1888, émit l'idée que certains sels peuvent avoir une autre constitution que l'acide générateur : « A mon avis, dit-il, il n'existe pas de produits oxygénés dans lesquels un métal soit lié directement au carbone; on devrait toujours le considérer comme uni à l'oxygène. La cause en est la suivante : l'entassement des radicaux négatifs oxygénés, augmentant la négativité de l'hydrogène, rend sa substitution par un métal possible; par cela même, la négativité de l'oxygène deviendra telle que sa transposition en oxygène hydroxylique s'en suivra. »

¹ *J. f. prak. Chem.*, t. XXXVII, 1888, p. 507.

En d'autres termes, il se produit une tautomérisation :



Nef¹, en 1892, adopta l'opinion de Michaël et montra que, sous l'action des métaux, du sodium en particulier, l'azote peut provoquer la tautomérisation aussi bien que l'oxygène; ainsi, dans l'acide cyanhydrique, l'hydrogène est uni au carbone; mais, dans le cyanure de potassium, le métal serait attaché à l'azote, suivant les schémas HCAz et C:Az.K.²

Dans le chloroforme CHCl^3 , il ne peut se produire de transposition; aussi ce corps ne jouit pas de propriétés acides, malgré la présence de trois radicaux négatifs. Le cyanofforme, au contraire, $\text{CH}(\text{CAz})^3$, susceptible de se transposer, est un acide fort³.

N'ayant pas l'intention d'insister sur l'historique de la question, nous passerons tout de suite aux travaux de Hantzsch, qui fait, à partir de 1899, une étude systématique de ce genre de tautomérisation et en indique un certain nombre de procédés de diagnose.

I. — PHÉNOMÈNES DE NEUTRALISATION LENTE.

Hantzsch désigne sous le nom suggestif de *pseudo-acide*⁴ (ou de pseudo-base) les corps qui changent de structure en passant de leur état habituel à l'état salin. Par exemple, le nitrométhane CH^3AzO^2 est incolore; sa solution aqueuse est neutre et ne conduit guère mieux que l'eau pure; il donne un sel sodique de couleur rouge, auquel nous attribuons la formule $\text{CH}^2:\text{AzO}.\text{ONa}$. Pour passer à l'état de sel, la molécule est obligée de subir une transposition; si cette transposition prend un certain temps, on peut espérer la constater et la suivre par la conductibilité électrique. Au début, le système $\text{CH}^3.\text{AzO}^2 + \text{NaOH}$ aura une conductivité très voisine de celle de la soude libre; puis, au fur et à mesure que se poursuit la neutralisation, la conductivité de la soude fait place à celle du sel, qui est toujours plus petite. C'est ce que Hantzsch a pu constater dans plusieurs cas.

Ex. : Solutions équivalentes de nitro-éthane et de soude⁵; température 0°, concentration finale du sel 1/32 n.

Minutes . . .	1	2	3	4
Conductibilité.	82 à 72	69 à 63	62 à 58	57 à 54

¹ *Ann. de Liebig*, t. CCLXX, 1892, p. 330; t. CCLXXX, 1894, p. 264.

² On sait que Nef est partisan résolu du carbone bivalent.

³ HANTZSCH et OSTWALD: *Ber.*, t. XXXII, 1899, p. 641.

⁴ *Ber.*, t. XXXII, 1899, p. 579.

⁵ HANTZSCH et VEIT: *Ber.*, t. XXXII, 1899, p. 645.

Minutes . . .	5	8	20	40	50
Conductibilité.	52,1	47,9	42,8	41,7	41,5

Comme toujours, la vitesse est maximum au début et la réaction marche asymptotiquement vers sa limite.

L'élévation de température augmente, sans exception, les vitesses de toutes les réactions; à 25°, la conductivité finale est déjà atteinte au bout de trois minutes.

Réciproquement, on devra constater une marche analogue de la conductibilité quand on traite le sel par HCl; la mise en liberté du pseudo-acide sera progressive; la conductibilité diminue au fur et à mesure de la disparition de HCl, ou plus exactement des ions H^+ .

Ex. : Sel de baryum du nitro-méthane + quantité équivalente de HCl; température 0°; concentration finale de BaCl^2 1/16 équivalent.

Minutes . . .	1	2	3	4	10	15	20
Conductibil.	66,2	63,3	62,3	61,5	61,3	60,8	60,8

60,8 est la conductibilité équivalente de la solution de BaCl^2 .

Comme pour tous les acides proprement dits, même les plus faibles, la neutralisation est un phénomène pratiquement instantané, nous pouvons énoncer, avec Hantzsch, la règle suivante :

Si l'on constate l'influence du temps lors de la neutralisation, c'est une preuve que la molécule (pseudo-acide) subit une transformation moléculaire; c'est donc aussi une preuve que la molécule non dissociée et ses ions ont une constitution différente.

Il ne faudrait naturellement pas renverser la proposition, et l'on conçoit que, si la vitesse de la transposition est suffisante, il n'est plus possible de la suivre, même par la méthode assez rapide de la conductibilité. Ainsi, pour le dinitroéthane, la transformation se fait intégralement dans l'intervalle de la première minute.

Nous pourrions donc rencontrer des pseudo-acides chez lesquels ce premier moyen de diagnose fera défaut.

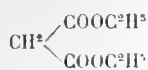
On admet qu'avant de passer à l'état de sel le pseudo-acide se transpose et réagit ensuite comme un acide ordinaire, suivant son degré de force.

Hantzsch et Jacobson¹ proposent de désigner la forme intermédiaire par le préfixe *aci*; nous aurons ainsi :

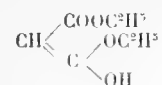
le nitrométhane	$\text{CH}^3.\text{AzO}^2$
<i>Fac</i> nitrométhane	$\text{CH}^2:\text{AzO}.\text{OH}$
le sel de sodium de l' <i>aci</i> nitrométhane.	$\text{CH}^2:\text{AzO}.\text{ONa}$

De même la forme énolique, hypothétique, de l'éther malonique s'appellera éther *aci*-malonique :

¹ *Berichte*, t. XXXVIII, 1905, p. 998.



Ether malonique.



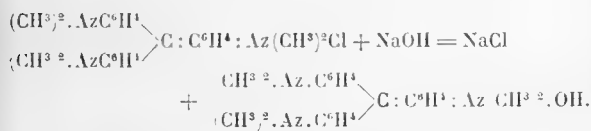
Ether acimalonique.

La méthode de la conductibilité électrique, très commode pour suivre certaines transformations, a été employée pour la première fois, en 1894, par Werner et Miolati; elle a été utilisée aussi, en 1895, par Holleman, pour constater la transposition d'un pseudo-acide nitré. Enfin, Hantzsch s'en est servi pour élucider la constitution des couleurs dérivées du triphénylméthane¹. Nous allons nous y arrêter un instant.

Si l'on traite le chlorure du violet cristallisé par la quantité équivalente de soude, la décoloration et la transformation en base carbinolique, non conductrice, ne se font pas instantanément.

La conductibilité tend lentement vers celle du chlorure de sodium.

Les réactions sont les suivantes : le chlorhydrate nous donne d'abord et instantanément une base véritable quinonique, colorée, soluble, qui conduit comme la soude :



Celle-ci se transpose progressivement en base carbinolique, incolore, très peu soluble :



qui est par conséquent une pseudo-base.

II. — CHANGEMENT DE COLORATION.

Lorsqu'un acide est incolore à l'état solide ou à l'état de liquide pur, et qu'il se colore en passant à l'état de sel, on peut conclure à une transposition moléculaire².

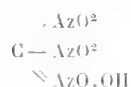
Le nitro-méthane, le dinitro-éthane sont des liquides incolores; leurs sels sont rouges. Traités par la quantité équivalente de HCl, à 0°, les sels ne se décolorent pas instantanément; la forme *aci* (de l'acide) est donc susceptible d'une existence éphémère; la conductibilité nous l'avait déjà décelé.

Si l'acide est fort, il peut subsister même en solution aqueuse : le nitroforme n'est incolore qu'au sein de l'éther tout à fait anhydre; dans l'alcool et dans l'eau, il prend la couleur jaune de ses sels. On constate, en solution aqueuse, une grande conductibilité électrique; nous en concluons que le nitroforme dissous est un acide fort, très ionisé.

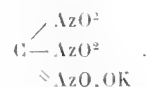
Ce cas est intéressant; nous y trouvons en effet :

1° La forme pseudo-acide; c'est le nitroforme en solution incolore, dans l'éther anhydre: $\text{CH}(\text{AzO}^2)^3$.

2° La forme acide, l'*aci*-nitroforme, en solution dans l'alcool ou dans l'eau (coloration jaune) :

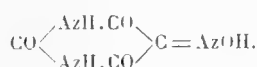


3° Les sels normaux de l'*aci*-nitroforme :



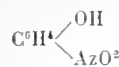
Il semble que, chez tous les pseudo-acides, la transformation soit corrélative de l'ionisation, en solution dans l'eau ou dans les milieux ionisants; si la transformation est accompagnée d'un changement de coloration, la nouvelle couleur est imputable à l'ion. Autrement dit, la coloration marche de front avec la conductibilité. Ainsi, l'éther isonitrosocyanacétique $\text{CAz} \cdot \text{C} : (\text{AzOH}) \cdot \text{CO}^2\text{C}^6\text{H}^5$ est incolore à l'état solide, ainsi qu'en solution dans l'éther anhydre ou la benzine; ces dernières solutions ne conduisent pas. Au sein de l'eau, on voit apparaître une légère teinte jaune, mais aussi on constate une conductibilité à peu près égale à celle de l'acide acétique de même normalité.

L'acide *violurique* ou oximidomésoxalyturée :



se comporte de même : acide incolore à l'état solide, solution aqueuse violette. Nous avons ici une vérification quantitative¹. Si, en partant des conductibilités, on fabrique deux solutions : l'une d'acide violurique, l'autre de son sel de sodium, ayant le même nombre d'ions par litre (solutions iso-ioniques), le colorimètre indique dans les deux cas la même intensité de coloration. Cet acide n'émet donc pas d'ions incolores.

Il est extrêmement probable que les réactifs indicateurs (réversibles) rentrent dans la catégorie des pseudo-acides; le virage est corrélatif non seulement d'un changement d'ionisation, comme on l'admet depuis longtemps, mais encore d'une modification de structure. Bornons-nous ici à rappeler les nombreuses discussions relatives à la constitution de la phénolphtaléine et de ses sels (sels de l'*aci*-phénolphtaléine). Chez le paranitrophénol, nous aurons de même la forme ordinaire incolore :

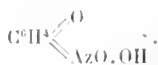


¹ HANTZSCH et OSTWALD : *Ber.*, t. XXXIII, 1900, p. 278.

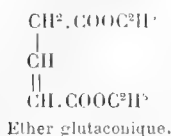
² HANTZSCH : *Ber.*, t. XXXII, 1899, p. 583.

¹ DONNAN : *Zeits. f. physik. Ch.*, t. XIX, 1896, p. 478.

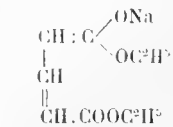
et la forme colorée conductrice de l'*aci*-paranitro-phénol :



M. Blaise¹ a attiré l'attention sur ce fait que, dans la série glutaconique, tous les éthers dans la molécule desquels il existe un atome d'hydrogène acide fournissent avec l'éthylate de sodium une coloration jaune plus ou moins intense, mais toujours très nette. Au contraire, les molécules dépourvues d'hydrogène acide ne donnent, dans les mêmes conditions, aucune coloration. Nous voyons là l'indice d'une transformation intramoléculaire :



Ether glutaconique.



Sel de sodium de l'éther aciglutaconique.

III. — FORMATION DES SELS D'AMMONIUM ET CONDUCTIBILITÉ EN SOLUTION HYDROALCOOLIQUE.

Supposons : 1° que le corps soupçonné d'être un pseudo-acide forme un sel ammoniacal au sein de l'eau (ou dans un milieu ionisant); 2° que ce sel soit insoluble dans la benzine, l'éther anhydre (milieu non ionisant); 3° que, malgré cette insolubilité, le sel ne se précipite pas quand on dirige un courant de gaz ammoniac bien sec dans la solution benzénique de la substance. On doit en conclure, selon Hantzsch², qu'on a affaire à un pseudo-acide, la précipitation du sel étant entravée par la difficulté de la transposition, qui est ainsi mise en évidence.

Hantzsch³ a constaté aussi que, si l'on examine un pseudo-acide dans un mélange de plus en plus riche en alcool, la conductibilité électrique décroît plus rapidement qu'avec les acides vrais.

Ces deux propositions sont sujettes à certaines restrictions; nous ne nous y arrêtons pas.

IV. — MÉTHODE OPTIQUE DIFFÉRENTIELLE DE DIAGNOSE DES PSEUDO-ACIDES.

On sait que la connaissance des réfractions moléculaires permet souvent de contrôler et de confirmer les formules de la Chimie organique; cela tient à ce que, dans les *cas simples*, la réfraction moléculaire est une propriété additive des atomes. Il n'en est plus de même lorsque la molécule ren-

ferme certains radicaux négatifs, tels que CAz ou AzOH, ou certaines doubles liaisons; le tableau connu des modules ne permet plus alors de calculer à l'avance la réfraction moléculaire. Nous tournerons la difficulté de la façon suivante : Supposons un acide RH, qui donne un sel de sodium normal RNa, sans se transposer; il est clair que, si l'on prend la *différence* Δ des réfractions moléculaires de RNa et de RH dans les mêmes conditions de concentration, cette différence ne dépendra que de NaCl et de H, c'est-à-dire sera constante pour tous les acides normaux. L'expérience a montré qu'il en est bien ainsi, sauf dans le cas des acides fortement ionisés. Par exemple, chez les acides de la série acétique, $\Delta = 1,6$ environ; l'acide cacodylique, constitué sur un autre type, donne le même nombre. Ajoutons que la valeur de Δ est presque la même au sein de l'alcool absolu.

Supposons, par contre, que l'acide change de structure en passant à l'état de sel, que la forme ordinaire RH donne la forme *aci* R'Na. La réfraction est très sensible aux variations qui entraînent des modifications de liaisons et de valences; la réfraction de R' différera donc de celle de R et la valeur de Δ devra s'écarter notablement de 1,6.

C'est ce que nous avons constaté dans l'étude des dérivés oximidés, que leur changement de couleur caractérisait déjà nettement comme des pseudo-acides¹. Au lieu de 1,6, nous trouvons une différence Δ comprise entre 3 et 4. L'acide oximidocyanacétique est particulièrement intéressant à ce point de vue; il possède deux fonctions acides parfaitement caractérisées :



la première molécule de soude donne un sel blanc en COONa, avec une différence Δ égale à 4,10; la seconde molécule de soude fournit un sel jaune de l'acide *aci*-oximidocyanacétique et un Δ égal à 3,07 (différence entre la réfraction du sel disodique et du sel monosodique). La constitution de la forme *aci* des corps oximidés n'est pas encore connue avec certitude.

Nous avons pu établir, par le même procédé, en opérant au sein de l'alcool absolu, que les sels de sodium des dérivés méthéniques et méthiniques possèdent une autre structure que le corps dont ils dérivent². C'est ainsi que le dérivé sodique de l'*aci*-malonitrile se formulera :



¹ Bull. Soc. chim., t. XXIX, 1903, p. 1028.

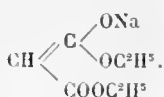
² HANTZSCH et DOLLFUSS : Berichte, t. XXXV, 1902, p. 226 et 2724.

³ HANTZSCH et VOEGELEN, Ber., t. XXXV, 1902, p. 4001.

¹ P.-Th. MULLER, C. R., t. CXXXIV, 1902, p. 661. — Bull. Soc. chim., t. XXVII, 1902, p. 1019. — MULLER et BAUER : J. de chim. phys., t. I, 1903, p. 207.

² HALLER et MULLER : C. R., t. CXXXIX, 1904, p. 1180.

celui de l'éther *aci*-malonique :



Chez l'éther cyanacétique sodé, le camphre cyanosodé, etc., le sodium est fixé sur l'oxygène, peut-être même sur l'azote, mais il n'est sûrement pas lié au carbone.

MM. Brühl et Schröder¹ ont appliqué notre méthode (soit telle quelle, soit en y ajoutant certaines modifications) aux sels sodiques de l'éther campho-carbonique et de l'éther acéto-acétique, dont ils ont déterminé ainsi le caractère pseudo-acétique.

La méthode optique différentielle s'applique précisément dans les cas où il faut renoncer à la propriété additive de la réfraction moléculaire, propriété dont on connaît de nombreuses exceptions; elle complète les méthodes de diagnose de Hantzsch, et, dans certains cas, c'est la seule que l'on puisse employer.

V. — COEFFICIENTS DE TEMPÉRATURE ANORMAUX.

En appliquant la loi générale de l'équilibre à la dissociation électrolytique, on arrive à déterminer le coefficient d'affinité des acides *dissous* dans l'eau. La constante K indique la force de l'acide *dissous*; elle est liée à la chaleur d'ionisation q de l'acide par la formule de van t'Hoff :

$$q = - \frac{2T^2}{K} \frac{dK}{dT}$$

Chez les acides ordinaires, la chaleur d'ionisation (qu'on peut, du reste, déduire aussi de la chaleur de neutralisation en système dissous) est assez faible, 500 cal. gr. environ, et les variations de K ne sont pas grandes. Mais, si l'ionisation est accompagnée d'une transformation, la valeur q comprend nécessairement la chaleur de transformation, et les variations de K pourront devenir considérables. C'est ainsi que, chez l'acide acétique, le rapport $\frac{K_{35}}{K_0}$ ne s'élève qu'à 1,08 (entre 0° et 35°); $q = -400$ cal. gr. Au contraire, l'acide violurique² nous donne $\frac{K_{35.5}}{K_0} = 2,31$, l'oximidocyanacétate de méthyle, acide de même force que l'acide violurique, $\frac{K_{25}}{K_0} = 2,33$

et $q = -3800$ cal. gr., l'isonitroso-acétyl-acétate d'éthyle $\frac{K_{25}}{K_0} = 2,72$ et $q = -4900$ cal. gr.

Pour la fonction carboxylée de l'acide oximido-cyanacétique, nous avons trouvé $q = +300$ cal.-gr. seulement, tandis que la fonction oximidée fournit $q = -4.100$ cal.-gr.

Nous avons vérifié la formule de van t'Hoff sur deux éthers oximides (isonitrosoacétylacétate d'éthyle et isonitrosocyanacétate de méthyle) en cherchant la valeur de K d'une part à l'aide de la conductibilité, de l'autre par les chaleurs de neutralisation thermochimiques³; l'accord est très satisfaisant.

Cette vérification a une certaine importance; elle nous montre que, dans les recherches relatives aux pseudo-acides, on a le droit d'appliquer les méthodes créées pour les acides ordinaires. La contradiction que nous allons rencontrer dans le chapitre suivant n'en sera que plus surprenante.

VI. — HYDROLYSE ANORMALE.

Lorsqu'un acide est notablement plus faible que l'acide acétique, on constate que la solution de son sel de sodium est alcaline: elle fait virer la phthaléine. On dit que le sel est *hydrolysé*, et il existe une relation thermodynamique entre la constante d'affinité K de l'acide et la constante L de l'hydrolyse.

Soit un acide monobasique AH, très faible, dont les ions sont A⁻ et H⁺. L'équilibre de l'acide est exprimé par le schéma :



et l'hydrolyse du sel de sodium se fait d'après l'équation :



Ou bien :



En désignant les concentrations par les symboles mis entre crochets, on peut écrire les relations bien connues :

$$\frac{[\text{A}^-][\text{H}^+]}{[\text{AH}]} = K \quad \text{et} \quad \frac{[\text{AH}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]} = L$$

D'ailleurs, l'équilibre de l'eau nous donne :

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = e \quad (\text{à } 25^\circ, e = 1,2 \cdot 10^{-14})$$

De là on tire facilement : $K \cdot L = e$.

Autrement dit, la constante de l'hydrolyse est inversement proportionnelle à la constante d'affi-

¹ Zeits. f. physik. Ch., t. L, 1904, p. 1 et t. LI, 1905, p. 1. MM. Brühl et Schröder emploient notre méthode optique différentielle sous le nom de « méthode spectrochimique différentielle ».

² HANZSCH : Ber., t. XXXII, 1899, p. 581; GEINCHARD : Ibid., p. 1341. — Voir AREGG : Ibid., t. XXXIII, 1900, p. 393 et 626.

³ P.-TH. MULLER et E. BAUER : J. de ch. phys., t. II, 1904, p. 470.

² MULLER et BAUER : Ibid., p. 493.

nité de l'acide, relation vérifiée pour l'acide acétique, l'acide borique, l'acide cacodylique, etc.

Prenons comme terme de comparaison l'acide acétique, pour lequel on a, à 25°, $K = 1,8 \cdot 10^{-5}$; comme $e = 1,2 \cdot 10^{-11}$, on obtient $L = 6,6 \cdot 10^{-10}$. Donc, toutes les fois que nous aurons affaire à un acide plus faible que l'acide acétique ($K < 1,8 \cdot 10^{-5}$), nous devons trouver que son hydrolyse, à 25°, est supérieure à celle de l'acétate de sodium ($L > 6,6 \cdot 10^{-10}$).

Hantzsch¹ a découvert que, chez un grand nombre de pseudo-acides, cette inégalité est renversée; citons, par exemple, l'isonitrosométhylpyrazolone, l'isonitrosodicéthohydrindène, l'isonitrosothiohydantoïne, etc., tous acides plus faibles que l'acide acétique et dont les sels de sodium sont absolument neutres, plus neutres que l'acétate de sodium. Le dinitroéthane en solution aqueuse conduit bien moins que le phénol; le phénate de sodium décime ayant une hydrolyse de 3 %, on s'attend à un coefficient plus grand encore pour le sel sodique du dinitroéthane; or, l'hydrolyse n'est pas décelable, et sans doute inférieure à celle de l'acétate de sodium. Hantzsch considère cette anomalie comme caractéristique des pseudo-acides, et essaie de l'expliquer en faisant remarquer que la forme *aci* du sel (ex. : $\text{CH}^3 \cdot \text{CH} : \text{AzO} \cdot \text{ONa}$) correspond à un acide *aci* ($\text{CH}^3 \cdot \text{CH} : \text{AzO} \cdot \text{OH}$) qui est nécessairement plus fort que le pseudo-acide d'où l'on part ($\text{CH}^3 \cdot \text{CH}^2 \cdot \text{AzO}^2$).

Cette tentative d'explication n'est pas correcte. Kaufmann² a montré, en effet, que les formules fondamentales restent les mêmes, et, quelles que soient les constitutions de l'acide et du sel, on doit avoir dans tous les cas $KL = e$.

Jusqu'ici on n'a pas trouvé la raison de ce désaccord.

Nous avons montré plus haut qu'on a le droit d'appliquer aux pseudo-acides les méthodes et les raisonnements ordinaires, en ce qui concerne la conductivité moléculaire et les chaleurs de neutralisation. Hantzsch et Farmer³ avaient déjà prouvé, sur le sel de sodium de l'isonitrosoacétone, que le coefficient d'hydrolyse mesuré par les procédés habituels satisfait bien à la loi de l'équilibre. Les modes opératoires, ainsi que les calculs, paraissent donc hors de discussion. De nouvelles expériences contribueront sans doute à nous expliquer la cause de l'anomalie⁴.

¹ HANTZSCH et BARTH : *Ber.*, t. XXXV, 1902, p. 210.

² *Zeitsch. f. physik. Ch.*, t. XLVII, 1904, p. 618 et *Ber.*, t. XXXVII, 1904, p. 2468.

³ *Ber.*, t. XXXII, 1899, p. 3105.

⁴ Il faudrait, à notre avis, s'assurer de la parfaite réversibilité du phénomène de neutralisation, et montrer que, dans chaque cas, le corps primitif peut être intégralement mis en liberté par un acide fort, tel que HCl.

VII. — CONCLUSIONS.

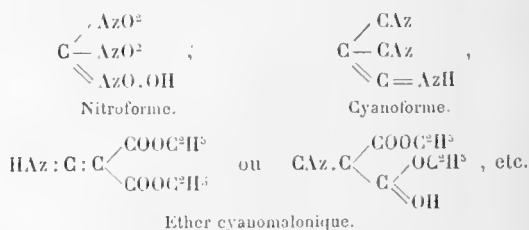
Telles sont les principales méthodes de diagnose des pseudo-acides; nous les caractériserons en employant une expression mathématique, et dirons qu'elles indiquent toutes des conditions *suffisantes* de transformation. A la rigueur, aucune de ces conditions n'est *nécessaire*, et, en fait, l'une ou l'autre manque chez la plupart des pseudo-acides. Cependant, vu leur nombre assez considérable, nous pouvons, sans trop craindre d'erreur, déclarer normal un acide qui ne présente aucun des indices de transformation précédemment énoncés.

Mais, par contre, nous rangerons parmi les pseudo-acides les corps considérés jusqu'ici comme normaux, et chez lesquels nous découvrirons quelques-unes des propriétés anormales que nous venons de passer en revue.

Le phénol et ses dérivés (crésols, acides oxybenzoïques, etc.) nous paraissent être dans ce cas¹. Le phénol possède un grand coefficient de température, et sa chaleur d'ionisation est énorme²: $q = -5.500$ cal.-gr. (en tenant compte de l'hydrolyse du phénate de sodium). En second lieu, la différence optique Δ , en solution aqueuse, dépasse de plus d'une unité le nombre 1,6 des acides normaux. Il est singulier aussi de voir que le phénate d'ammonium ne se précipite pas en solution benzénique³, bien que la quantité de gaz ammoniac absorbé s'élève à 25,3 % (théorie 17,3 %). Une discussion approfondie montre que, si le phénol se transforme, il ne peut subir qu'une transposition dans le *noyau*; avant de nous prononcer définitivement, il faut attendre des expériences plus nombreuses sur la réfraction des composés aromatiques.

Résumons les faits acquis. Les pseudo-acides en solution dans l'eau (ou dans un milieu ionisant) paraissent ne renfermer que deux espèces de particules, la molécule ordinaire, non ionisée, et la molécule *aci*, ionisée.

Quand l'acide conduit bien, il est principalement constitué par la forme *aci* :



¹ BAUER : *Thèse de l'Université de Nancy* (1904), p. 104 à 121.

² Voir ABEGG : *loc. cit.*

³ HANTZSCH et DOLLFUSS : *loc. cit.*

Si l'acide conduit peu, la forme ordinaire prédomine, avec une faible proportion de la forme *aci* (exemples : *p*-nitrophénol, oximidocétones, éthers oximidocyanacétiques, nitramines, éthers acylocyanacéliques).

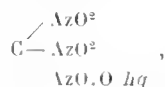
Enfin, lorsqu'on ne constate pas de conductibilité appréciable, le corps n'existe pratiquement que sous la forme ordinaire (nitrométhane, dinitroéthane, acide cyanhydrique, malonitrile, éther cyanacétique¹, éther malonique, etc.).

L'introduction d'un métal dans la molécule d'un pseudo-acide, surtout d'un métal alcalin ou alcalino-terreux, provoque aussitôt la transformation, le changement de structure, quel que soit le milieu, ionisant ou non. Quand, par exemple, le corps pur est incolore et le sel sodique coloré au sein de l'eau, on constate que la couleur, signe de la transformation, persiste pendant l'évaporation, jusque dans l'état solide, non ionisé.

Dans la classification électrochimique des métaux, nous trouvons d'abord les métaux alcalins et alcalino-terreux, puis Al, Zn, Fe, Pt, ensuite l'hydrogène, suivi du cuivre, du mercure et de l'argent. On conçoit que les métaux qui viennent en tête de la liste ne donnent naissance qu'à la forme *aci*, à cause de leur grande puissance de transformation.

Quant aux métaux placés après l'hydrogène, ils se comporteront sans doute comme l'hydrogène lui-même, c'est-à-dire pourront donner naissance soit au sel ordinaire, soit au sel *aci*. C'est ainsi que l'on connaît deux sels de mercure isomères du nitroforme²; d'abord le sel $\text{HgC}(\text{AzO}^2)^2$ (en posant

$\text{hg} = \frac{\text{Hg}}{2}$), incolore, stable dans les milieux non dissociants tels que l'éther et la benzine, et le sel de l'*aci*-nitroforme :



jaune, conducteur en solution dans la pyridine ou dans l'eau.

L'argent se comporte sans doute de même et est susceptible de former des sels ordinaires où le métal est directement uni au carbone; cette remarque rend peut-être compte des résultats différents obtenus dans certaines synthèses avec les iodures alcooliques, suivant qu'on les fait réagir sur le sel de sodium ou sur le sel d'argent.

Nous voyons que la question des pseudo-acides est intéressante à plus d'un titre. Cette étude nous a montré comment, sans empiéter le moins du monde sur le terrain de la Chimie pure, les méthodes physico-chimiques savent pénétrer certains problèmes, les poser et les élucider. Les réactifs de la Chimie organique sont souvent impuissants à déceler certaines transformations, puisque ce sont eux qui les provoquent. Il faut étudier la substance à l'état statique et les procédés physiques le permettent seuls. La Chimie organique recouvre tous ses avantages quand il s'agit de fixer la constitution des corps avant et après la transformation. Chimie pure et Physico-chimie se trouvent être ici ce qu'elles seront de plus en plus fréquemment dans l'avenir : deux sciences connexes, deux alliées³.

P.-Th. Muller,

Professeur à l'Université de Nancy.

LE PROBLÈME DE L'EXPLOITATION AGRICOLE

EN GUINÉE FRANÇAISE

La Guinée française est formée de deux parties bien distinctes : les montagnes du Fouta Djallon et une bande très basse, de 10 à 20 kilomètres de profondeur, qui s'étend le long de la mer d'un bout à l'autre de la colonie et qui semble constituée par les alluvions amenées des derniers contreforts du Fouta par les rivières qui en descendent : Mellacorée, Forécariah, Dubréka, Bramaya, Rio Pongo, Rio Nunez, Compony. Cette basse plaine est découpée par une infinité de creeks qui réunissent les

différentes rivières et dans lesquelles la mer remonte jusqu'au pied des montagnes. Une population assez abondante y habite et vit surtout des rizières qu'elle cultive et du commerce qu'elle fait comme intermédiaire entre les Européens et les indigènes de l'intérieur.

C'est sur cette partie basse que s'est portée jusqu'ici toute l'activité des Européens.

Je voudrais résumer ici les résultats d'essais agricoles que j'ai poursuivis dans cette région, en Mellacorée, avec l'aide de collaborateurs très compétents : M. Jacquey et M. Dor, qui est mort malheureusement à la peine.

¹ Pour la conductibilité des éthers acylocyanacéliques, cyanomalonique, malonitrile, etc., voir GUINCHANT : *Thèse*, Paris, 1897, p. 106 à 120 (publiée à Caen chez Deslesques).

² LEY et KISSEL : *Ber.*, t. XXXII, 1899, p. 1357.

³ Conférence faite au laboratoire de M. Haller, à la Sorbonne.

I

Les planteurs pourront se procurer en Guinée toute la main-d'œuvre qui leur sera nécessaire. Dans la région basse, les villages qui se trouveront autour des plantations suffiront à la fournir.

Pour ma part, je dus, au début, payer mes noirs 25 francs par mois en espèces, plus une ration journalière de riz de 750 grammes qui me revenait à 0 fr. 22, et les enfants de douze à quinze ans, 15 francs, plus la ration. J'eus ainsi, à peu près continuellement, de cinquante à quatre-vingts personnes, suivant les besoins du moment.

On pouvait penser que le paiement des travailleurs pourrait être fait à l'aide de marchandises au lieu d'espèces. Je l'ai proposé aux indigènes de nos rivières ; ils s'y sont refusés. Ils préfèrent aller acheter les denrées européennes dont ils ont besoin à Conakry ou à Sierra Léone, où ils trouvent un grand choix.

Je n'ai fait aucun effort pour les pousser à accepter des marchandises, car je n'y aurais pas trouvé grand avantage. Il aurait été nécessaire de posséder un stock assez considérable, car les indigènes veulent pouvoir choisir. Les débouchés sont limités, les marchandises se conservent difficilement dans ces pays et un planteur ne peut guère être en même temps un commerçant.

Je ne maintins ces chiffres de 15 et 25 francs que pendant un mois. Grâce à une période intermédiaire, où j'introduisis le travail à la tâche, je pus ramener le salaire des hommes à la journée à 20 francs et celui des enfants à 10 francs, plus la ration pour tous. Pendant la seconde partie de 1902, j'arrivai même à ne payer les hommes que 15 francs par mois, plus la ration, ce qui me revenait à peu près par jour, tout compris, à 0 fr. 65.

Le procédé que j'ai employé va à l'encontre de toutes les idées établies. Tout le monde déclare, en effet, en Afrique, qu'une fois que l'on a payé un certain prix à un indigène pour son travail ou pour les produits qu'il veut vendre, on ne peut plus abaisser ce prix. Je ne sais point si cela est exact pour les produits, mais cela ne paraît pas l'être pour le travail. Le principal, pour qu'un indigène travaille chez un planteur, c'est qu'il s'y trouve bien. Lorsque l'on s'établit pour la première fois dans un pays et que l'on y est inconnu, il faut attirer le noir et lui donner un salaire, sinon plus élevé, du moins égal au salaire moyen du pays où l'on se trouve. Une fois qu'il vous connaît, on est devenu un peu son maître et l'on peut essayer peu à peu d'abaisser ce salaire, qui, du reste, est toujours beaucoup plus élevé que celui qu'il gagnerait s'il était employé par un autre indigène.

Actuellement, cependant, il serait imprudent de

compter sur le prix de 0 fr. 65 la journée. Les travaux du chemin de fer ont produit une élévation de prix de la main-d'œuvre, et, dans bien des cas, il faudra payer 1 franc et même 1 fr. 25 par jour.

II

Les travailleurs recrutés, la première chose à faire, c'est de défricher le terrain que l'on veut planter. Cette question des défrichements se pose différemment selon qu'il s'agit des régions soudanaises, qui sont caractérisées par la grande herbe de brousse, et des pays à fortes pluies, où l'on trouve presque uniquement des taillis.

La disparition presque totale des taillis au Soudan tient à deux causes : les feux de brousse et les termites.

Pendant les huit mois de saison sèche, la végétation s'arrête presque complètement, et les incendies allumés par les indigènes brûlent les tiges des plantes qui ne contiennent pas de latex. Le déplacement des cultures contribue, du reste, beaucoup à empêcher les taillis de se constituer. Les arbustes sont coupés à un mètre au-dessus du sol ; le feu brûle les petites branches qui pourraient repousser pendant la saison suivante, et les termites entrent ensuite en scène.

Les termites ne s'attaquent pas généralement aux plantes bien portantes ; mais, dès que celles-ci ont une cause quelconque d'affaiblissement, elles sont immédiatement attaquées, et il suffit d'un arrêt d'un an dans la végétation pour que les racines soient entièrement dévorées.

Dans les régions semi-équatoriales comme la Guinée, les souches restent, au contraire, vivaces, et les termites ne les détruiraient que si elles étaient taillées tous les ans pendant plusieurs années. Les taillis, étant verts toute l'année, ne sont point dévastés par les incendies, et si, à la fin de la saison sèche, la paille de brousse peut être incendiée, l'extrémité seule est brûlée ; il reste toujours des feuilles vertes et le défrichage n'en est guère avancé.

L'opinion générale est assez contraire aux feux de brousse, mais je pense que c'est à tort. Au Soudan, la sécheresse est telle qu'il serait impossible de les empêcher. Ils ont le grand avantage de détruire une grande quantité d'insectes, qui, sans cela, rendraient ces pays inexploitable. En outre, il serait tout à fait dangereux d'enfouir dans le sol des matières sèches, car les champs seraient très rapidement infestés de termites attirés par ces détritus et les semences seraient vite dévorées.

Dans les régions semi-équatoriales, la façon de procéder aux défrichements consiste à couper les taillis au commencement de la saison sèche, de les laisser sécher le plus longtemps possible et de

les brûler ensuite. Il reste alors à dessoucher, et, dans certains cas, ce peut être une grosse besogne. Les indigènes, pour préparer leurs champs, se bornent à couper les taillis sans dessoucher, et, si la terre est assez bonne pour que l'on puisse faire plusieurs cultures successives au même endroit, ils coupent chaque année les rejets qui repoussent; mais la souche se fortifie et se ramifie, de telle sorte que les racines finissent par s'enchevêtrer et qu'il est très pénible et très long de les arracher. Pour ma part, il m'est arrivé de dépenser jusqu'à mille journées d'ouvrier par hectare.

En l'état actuel des choses en Guinée, il faut admettre que l'on ne pourra travailler le sol qu'à la pioche et non à la charrue. Dans les terres du littoral, en effet, les troupeaux vivent très mal, et, en outre, le dessouchement qu'il serait nécessaire d'effectuer pour permettre le passage de la charrue serait trop coûteux pour les cultures extensives. Dans le Fouta, par contre, le sol est trop incliné pour qu'il puisse être labouré; les pluies entraîneraient toute la terre.

Ce serait une erreur que de vouloir donner aux indigènes de petites pioches semblables à celles qu'ils manient dans l'intérieur. Ils s'habituent très bien à se servir de bonnes houes. Il n'est point nécessaire que celles-ci soient lourdes, car la terre, au moment où on la travaille, c'est-à-dire pendant les pluies, est très friable.

Une fois la plantation faite, vient la question du binage. Dans les pays à humidité constante, on peut dire que ce doit être la préoccupation de tous les instants de l'agriculteur.

Si le dessouchage n'a pas été complet, les souches émettent continuellement des rejets. Si, comme le font actuellement les indigènes, on change chaque année les cultures de place, il est peut-être plus économique de couper simplement ces rejets que d'exécuter un dessouchage; mais, dans les cultures permanentes, un dessouchage complet est absolument nécessaire, ne serait-ce que pour diminuer les frais de binage.

Ce dont il est le plus difficile de se débarrasser, ce sont des mauvaises herbes. Si l'on nettoie sans précautions spéciales un champ pendant les pluies, il sera de nouveau, au bout de quinze jours, couvert d'une herbe de 50 centimètres de hauteur, et, au bout d'un mois, cette herbe aura de un à deux mètres de hauteur. Pour se débarrasser de ces herbes, il faudrait n'être entouré que de taillis ou détruire ces herbes à des kilomètres à la ronde pour éviter que le vent ne vienne apporter les graines dans les terrains cultivés. Il faut avoir soin de faire les binages avant que les graines des herbes soient mûres. Ce qui complique la chose, c'est que ces herbes arrivent à maturité, même pendant les

pluies. On peut admettre, d'une façon générale, que l'on doit faire un premier binage un mois avant les pluies, un deuxième au début, un troisième à la fin des fortes pluies et un au commencement de la saison sèche; quelquefois même sera-t-on obligé d'en faire un au milieu de la saison sèche. En Guinée, les dates seraient à peu près: 1^{er} mai, 15 juin, fin août, commencement novembre et quelquefois janvier.

III

Nous devons nous rendre compte de la nécessité de ces binages et de leur haut prix de revient dès le début de nos cultures.

Le climat de la Guinée française est caractérisé par une saison de pluies qui dure sept mois, pendant laquelle il tombe de 4 à 6 mètres d'eau, et une saison sèche de cinq mois. Ce climat rend toute une série de cultures au moins très aléatoires, comme celles des épices, du cacao, du coton. L'état du marché du café rend les plantations nouvelles difficiles à constituer, et tout est encore trop incertain en matière de plantations de caoutchouc pour qu'il soit opportun d'en entreprendre pour le moment.

L'inconnu était tellement grand en matière agricole, en Guinée, que nous pensâmes, pour notre part, que le plus sage était de commencer par nous livrer à des cultures simples, de façon à être fixés rapidement sur le prix de revient de la main-d'œuvre et sur la richesse des terres.

Nous nous décidâmes à entreprendre d'abord la culture du ricin.

Le marché de cette graine est, en effet, considérable et en voie de s'augmenter, au lieu de se resserrer comme celui de la plupart des produits coloniaux. Cette plante pousse à l'état sauvage dans toute l'Afrique, et tout le monde assurait que l'on pourrait la cultiver sans difficulté en Guinée. Nous crûmes pouvoir nous fier à cette opinion.

Il faut dire, sans tarder, que cette culture de ricin était, quoi qu'on en ait pu penser, mal choisie. Le climat de la Guinée ne vaut rien pour le ricin cultivé; j'en fis l'expérience.

Quelques jours après les premières pluies de fin d'avril, nous fîmes les semis, que nous poursuivîmes sur 60 hectares. Presque toutes les graines levèrent et, un instant, nous pûmes croire à un plein succès. Malheureusement, lorsque les pluies devinrent abondantes, cette activité de la végétation ne continua pas. Les jeunes plantes, qui, en un mois, avaient atteint 20 centimètres de hauteur, s'arrêtèrent là. Elles devaient rester ainsi toute la saison des pluies. Par endroits, elles avaient 0^m,50 de hauteur, mais perdaient peu à peu leurs feuilles. Nous fîmes enlever continuellement les mauvaises herbes, mais cela n'eut pas de résultat. Nous

crômes un instant qu'à la fin des pluies on pourrait faire un second semis, qui aurait plus de succès par suite d'une sécheresse relative, et nous mîmes à plusieurs reprises de nouvelles graines dans la terre. Elles ne levèrent même pas, quoique de bonne qualité, la terre étant trop saturée d'humidité, et, plus tard, il eut été nécessaire d'arroser pour les faire germer et croître.

Les pieds de ricin plantés dans notre jardin d'essai devaient nous donner la raison de cet échec.

Dès notre arrivée, nous avons mis en terre dans ce jardin un certain nombre de graines. Comme les pluies n'étaient pas assez fréquentes, nous les arrosâmes avec soin. En vingt jours, nous avons des plantes de 1^m,50 de hauteur avec des feuilles de 0^m,50 de largeur, et un mois après elles avaient 3 mètres de hauteur et les feuilles un mètre de largeur. Si ces plantes avaient résisté en partie à l'humidité, c'est qu'elles avaient été assez fortes lorsque les pluies étaient venues pour ne pas en être affectées. Par la suite, nous devons nous rendre compte que le sol lui-même ne convient pas très bien à cette plante. Nous avons, en effet, introduit à grands frais des graines du Brésil et des Indes. L'espèce du pays donne des graines trop difficiles à décortiquer pour que leur culture soit avantageuse. Nous avons pu compter que tout au moins les plants du jardin donneraient beaucoup de graines. Il n'en a rien été. Peu à peu, les feuilles de ces plantes ont dégénéré et les bourgeons ont moisi. Le climat était incontestablement trop humide.

La culture du ricin doit être faite sur une trop grande échelle pour que, si l'on est obligé d'arroser et de mettre des engrais, on puisse obtenir un produit rémunérateur, à moins de conditions toutes spéciales dans lesquelles on ne se trouve pas en Guinée.

Ces expériences sont à reprendre dans les pays réellement tropicaux.

On peut retirer, cependant, de ces essais de culture de ricin un certain nombre d'enseignements; mais, avant de les examiner et de voir quels sont les autres cultures auxquelles on peut songer en Guinée française, je voudrais passer en revue différents produits végétaux que l'on pourrait songer à exploiter sans cultures, plantes à fibres et essences forestières.

IV

Une des plantes tropicales les plus intéressantes est le raphia. Toutes ses parties sont utilisables, mais celles qui donnent lieu au commerce le plus important sont les lanières de fibres tirées des feuilles, qui servent comme lien en agriculture, et le piassava qui sert à faire les brosses.

Le piassava est exporté en notable quantité de

Liberia et de différents points de la côte, mais on n'en fabrique pas en Guinée.

Dans certaines espèces, les fibres cylindriques qui forment le pétiole de la feuille sont très rigides dans leur partie inférieure et donnent naissance au piassava. Pour l'extraire, les indigènes refendent les tiges en lamelles, les écrasent avec un maillet et les mettent rouir une semaine dans la vase des marigots. Ils séparent ensuite les fibres une à une à la main.

Cette préparation pourrait être effectuée mécaniquement. Pour notre part, une fois le rouissage et le nettoyage exécutés, nous avons opéré la décortication à l'aide d'un raspador qui nous servait pour nos études et nous avons obtenu de bons résultats. Dans une exploitation régulière, il serait bon d'avoir un jeu de cylindres qui permettrait d'effectuer le broyage, opération très longue si elle est exécutée à la main.

Il ne semble pas, cependant, que cette exploitation puisse avoir un grand avenir en Guinée Française car les forêts de raphia n'y sont jamais très grandes. Les indigènes les détruisent pour faire leurs rizières, et il ne serait pas pratique d'aller chercher la matière première en plusieurs points différents : les plantes à fibres ne donnent guère plus de 5 % de fibres sèches et nettoyées. Pour une tonne de produit, il faut donc 20 tonnes de matière première.

Ce produit ne pourrait être exploité que par les indigènes, comme cela a lieu au Liberia; mais nous avons pu nous assurer qu'ils ne le trouvaient pas assez rémunérateur. Le commerce du caoutchouc les a habitués à de plus gros bénéfices.

De même ne semble-t-il pas qu'il faille espérer pouvoir tirer parti du raphia proprement dit.

Ces fibres sont obtenues en séparant l'épiderme externe de la feuille du tissu et de l'épiderme opposé. A cet épiderme externe les fibres des tissus sous-jacents restent adhérentes et forment les lanières mises dans le commerce. Comme il faut traiter les feuilles une à une, c'est une opération fort longue, et il ne paraît pas qu'aucune action mécanique puisse intervenir.

Nous avons essayé de faire faire cette opération par nos ouvriers et nous avons trouvé qu'une personne habile ne pouvait guère décortiquer plus de 1 kilog de lanières par jour. Le prix moyen du raphia est, en Europe, de 0,70 le kilog. en gros. Comme il y a de gros frais d'emballage et de transport, il ne faudrait pas qu'il y eût plus de 0,30 à 0,35 de frais de main-d'œuvre. Les indigènes ne veulent pas se contenter de ce prix.

Il en est de même pour certaines Malvacées.

Des fibres de valeur sont celles que l'on peut retirer des feuilles des Elœis (palmiers à huile).

Leur principale qualité est d'être très fines et très résistantes. Nous ne connaissons aucune tentative pour en tirer parti, mais elles ont vivement intéressé les spécialistes à qui nous les avons montrées. Leur extraction est malheureusement très difficile; le peu d'épaisseur de la feuille, semblable à une feuille de papier, rend impossible le décortiquage avec les machines que nous connaissons. Le rouissage par l'eau ne donne aucun résultat; les cellules de la plante sont, en effet, imprégnées d'huile qui empêche l'eau d'entrer en contact avec elles et de les détruire. Nous avons essayé de différents procédés chimiques; tous attaquent les fibres.

En somme, toutes ces plantes à fibres demandent de nouvelles études; mais on peut admettre qu'elles n'existent nulle part en Guinée en assez grande quantité pour qu'elles puissent être exploitées sans être l'objet d'une culture spéciale.

L'unique essence forestière importante en Guinée française est le palétuvier⁴.

Les forêts de palétuviers forment à peu près toute la basse côte et les rives des rivières jusqu'aux points où s'arrête l'eau de mer. Si ces arbres pouvaient être de quelque valeur, ce serait une véritable fortune pour ces pays.

Le principal défaut du bois est qu'il est généralement d'un petit diamètre. En outre, il est difficilement utilisable en menuiserie ou charpente, à cause de sa très grande dureté et de son poids et de ce fait qu'il se fend facilement. Des échantillons que j'ai présentés à Hambourg furent jugés intéressants comme pilotis, mais difficiles à placer, leur résistance à l'humidité, très grande en réalité, étant inconnue sur la place. Ces bois pourraient être utilisés pour des traverses de chemin de fer; mais, pour le moment, le prix de celles-ci est trop bas pour supporter les prix de transport.

En revanche, l'attention se porte de plus en plus sur les écorces des palétuviers; les Allemands surtout s'en préoccupent beaucoup. L'École de Tannerie de Freiburg fait faire des expériences répétées, et le docteur Buss s'est consacré à cette étude. Le rendement en matières tanniques atteint jusqu'à 50 %. L'inconvénient est que les cuirs sont teints en rouge. Cet inconvénient est tout relatif, puisque les cuirs sont le plus souvent retraits après le tannage; mais c'est là une couleur à laquelle ne sont pas habitués les marchands et ils n'en veulent pas. Il semble que l'on ne puisse décolorer ces écorces qu'en les mélangeant avec d'autres, notamment avec des écorces de chênes: le pourcentage en substances tanniques en est abaissé. En outre, c'est un produit nouveau, et tout cela fait qu'on

n'obtiendra pas, actuellement, pour ces écorces, les prix que l'on serait en droit d'espérer.

Quoiqu'il en soit, elles n'en restent pas moins intéressantes, et le premier point est de savoir à quel prix on pourrait se les procurer à la côte.

On pensait en Guinée, lorsque je commençais à m'en occuper, que l'on ne pourrait pas en acheter aux indigènes à moins de 70 francs la tonne sèche.

Ce prix est trop élevé, et je pensai qu'en faisant travailler directement les noirs et en les payant à la tâche, on pourrait l'abaisser de beaucoup.

Après toute une série de tâtonnements, je trouvai que le mieux était de fournir aux indigènes les pirogues dont ils avaient besoin pour opérer la cueillette et tout l'outillage nécessaire, consistant en paniers, maillets, sacs, etc. Je leur assurai 5 centimes par 4 kilogs d'écorces fraîches qu'ils m'apporteraient, en déduisant de la somme que je devais ainsi leur payer la valeur de la ration que je leur fournissais.

La perte au séchage est à peu près de moitié. La tonne d'écorce sèche me revenait ainsi à 25 francs de main-d'œuvre pour la cueillette. Les frais de location de pirogues et de manutention pour le séchage revenaient à 10 francs par tonne, ce qui mettait la tonne sèche rendue en magasin à 35 francs.

Je crois qu'il ne faudrait pas compter à l'avenir sur ce prix de 25 francs pour les frais d'écorçage, car le prix de la main-d'œuvre augmente tous les jours du fait des travaux publics.

D'après ces données, on pourrait, sans grande chance d'erreur, dresser comme ci-dessous le prix de revient de la tonne rendue sur les marchés d'Europe et provenant d'une exploitation qui emploierait 200 récolteurs et qui produirait environ 1.800 tonnes par campagne de 7 mois, dimanches, déduits, le séchage et le concassage devant être faits mécaniquement :

Frais d'écorçage	35 fr.
Transport en rivière : 3 chalands à 10.000 fr. (amortissement en 5 ans)	3,33
10 pirogues à 500 fr. (amortissement en 2 ans)	1,38
Soit en chiffres ronds	5 "
Frais de séchage et de broyage : amortissement d'un matériel de 10.000 fr. en 5 ans et bois de chauffage	10 "
Manutention : chargement, déchargement, broyage, séchage, mise en sac	10 "
Sacs ou autres emballages	10 "
Deux Européens : 46.000 fr. l'an	8 80
Transport de l'usine jusqu'en Europe, commissions, assurances, etc.	30 "
Construction, petit outillage, etc., 50.000 fr. (amortissement en 5 ans)	5 50
Intérêt à 5 % d'un capital de 350.000 fr.	9 70
Imprévu 10.000 fr. par an	5 50
Total	124 50

Depuis quelque temps, il arrive annuellement une certaine quantité d'écorces de palétuvier à

⁴ Sur cette question de l'exploitation des palétuviers, voir la collection du *Journal d'Agriculture Tropicale*, notamment les nos 2, 34 et 37.

Hambourg, de la Côte orientale d'Afrique, et elles sont cotées aux environs de 108 francs la tonne. Il ne nous paraît pas que, pour le moment, on puisse espérer un prix plus élevé pour les écorces de la Côte occidentale. Dans ce chiffre de 124 fr. 50 la tonne que nous indiquons, nous n'avons pas fait rentrer les bénéfiques; on voit donc que cette exploitation, dans les conditions actuelles, ne serait pas possible.

Si les indigènes voulaient vendre directement les écorces séchées, les frais seraient peut-être moins élevés; mais il semble que ce serait une opération très aventureuse.

En effet, les variétés de palétuviers sont très nombreuses et les écorces présentent des caractères différents. Certaines écorces, comme celles du *Sonneratia caseolaris* et du *Heritiera litoralis*, ne contiennent que de 13 à 15 % de matières tanniques, tandis que celles du *Bruguiera hymnorhiza*, dépouillées de rythidome, en contiennent jusqu'à 51 % (Buss).

Ce qu'il y a de plus grave, c'est que, pour peu que ces écorces aient été lavées, leur teneur en tannin disparaît presque et que, suivant l'âge de l'arbre, la teneur varie. C'est ainsi que des essais faits simultanément à Berlin et à Freiburg ont donné des résultats très différents parce qu'ils avaient porté sans doute sur des écorces récoltées différemment.

Il serait très difficile d'empêcher les indigènes de mélanger des écorces plus ou moins riches, si cette récolte ne se fait sous la surveillance d'Européens.

Pour ma part, je ne considère pas ces résultats comme définitivement négatifs. Il faudrait surtout obtenir des usines un prix correspondant à la valeur réelle de ces écorces et qui doit dépasser certainement 150 francs.

On pourrait envisager le traitement sur place; mais je considère que la fabrication d'extraits mous, seuls avantageux en l'espèce, serait une industrie trop coûteuse à établir pour le moment en Afrique Occidentale, ou tout au moins que ce sera une opération dangereuse tant que l'on n'est pas plus fixé sur la valeur de ces écorces.

En tout cas, la raréfaction des matières premières tannantes et l'énorme quantité de palétuviers dont on peut disposer font qu'à défaut d'entreprises spéciales, les grandes compagnies commerciales existant à la côte et les gouvernements des colonies ne sauraient sagement se désintéresser de l'exploitation de ce produit.

V

Parmi les produits de grande culture qu'il peut venir à l'idée d'exploiter en Guinée française se

trouvent les arachides, dont on a fait autrefois un gros commerce. Il ne semble point, cependant, que des exploitations dirigées par des blancs puissent être consacrées à cette culture dans ces pays. Le climat de la Guinée est trop humide pour les arachides, et celles que les indigènes cultivent luttent difficilement actuellement contre celles du Sénégal. Le produit obtenu dans ces conditions ne serait pas suffisamment rémunérateur.

Les sésames seraient plus intéressants, mais le rendement de cette plante semble capricieux. Les indigènes assurent que l'on obtient certaines années de mauvais résultats. Il serait du plus haut intérêt pour la colonie que cette culture fût étudiée par les jardins d'essais et que l'on poussât les indigènes à l'entreprendre en grand, car ce semble être une des rares plantes qui s'accommodent de ce climat.

Pour ma part, une fois que je fus décidé à abandonner le ricin, mon attention se porta sur les bananiers.

Les revues coloniales parlaient alors (1902) beaucoup de l'exploitation des produits des Musas, farine et fibres.

L'abacca, qui produit le chanvre de Manille, est un Musa, et les autres variétés de Musas contiennent, elles aussi, des fibres. Ces fibres sont en moindre quantité et plus difficiles à extraire; mais, tandis que la production de l'abacca paraissait compliquée en dehors de son pays d'origine, il semblait que l'on pourrait se livrer facilement à la culture des autres variétés de bananiers, et que, si le rendement était inférieur à celui du *Musa textilis*, le prix du produit pouvait supporter cet écart.

On pensait, de même, que l'on pourrait exploiter les fruits en en tirant de la farine. Cette fabrication rendait possible l'exploitation de bananiers situés en des points d'où l'on ne pouvait sortir les fruits frais, à cause du trop grand éloignement des marchés de vente. Cette farine paraissait avoir certains avantages au point de vue nutritif et les débouchés semblaient assurés; l'expérience me parut d'autant plus intéressante qu'elle pouvait m'aider à avoir une opinion sur l'exploitation des fruits frais pour l'exportation.

Malheureusement, on ne peut guère compter obtenir, même en gardant la peau, plus de 4 kilogs de farine par régime de plantain, et 3 kilogs par régime de bananes, et cela pour de beaux régimes de 25 kilogs. De même, pour les fibres, le rendement est très réduit, et M. Van den Ploeg, de la Haye, a montré comment le transport de la matière première était une grosse dépense¹.

Pour que cette exploitation soit possible, il fau-

¹ Voir sur cette question la collection du *Journal d'Agriculture tropicale*, qui a poursuivi à ce sujet une enquête approfondie.

drat donc que les Musas ordinaires fussent des plantes qui poussent pour ainsi dire sans soins et sans frais. Il n'en est malheureusement pas ainsi en Guinée.

M. Van den Ploeg, qui a cultivé à Java 1.000 hectares de Musas pour l'exploitation industrielle, a été tout étonné de voir que ces Musas ne lui rapportaient pas de fruits. La raison en est toute simple : c'est qu'il avait voulu faire sa culture d'une façon économique, la seule possible en l'espèce, et que le manque d'engrais et d'arrosage avait amené le manque de fruits.

Je considère que mon expérience de Benty a démontré la chose.

Je plantai 8.000 rejets de différentes espèces, que je me procurai dans le pays au prix de 0 fr. 05 pièce, dans des trous de 0^m60 de profondeur et 0^m50 de largeur, espacés de 5 mètres sur une étendue de 20 hectares. Dans 4 hectares, je plantai à 2^m,50. Dans toute la partie espacée à 5 mètres, une fois que mes plantes eurent à peu près un mètre de hauteur, je les laissai sans binages. D'après l'opinion générale, elles auraient dû devenir assez fortes pendant les pluies pour résister aux hautes herbes. Il n'en fut rien : leur végétation resta stationnaire. La brousse les envahit et en étouffa le plus grand nombre.

Les bananiers des 4 hectares que j'avais binés avec soin, mais sans leur donner d'autre engrais qu'un peu de guano, atteignirent pendant la saison des pluies 1^m,50 ; mais on aurait dû s'attendre à un bien plus grand développement.

A partir de ce moment, je considérai que la terre de Guinée n'était point assez riche pour que l'on put espérer y faire, d'une façon rémunératrice, des cultures extensives, s'il était nécessaire de faire intervenir des engrais. Je m'attachais alors à voir de quelle façon se posait le problème des cultures intensives, rendant possible l'application de procédés de culture perfectionnés qui remédieraient à la nature du sol et du climat.

Cette même culture des bananiers, jointe à la culture maraîchère, devaient me servir dans ce but, d'autant plus que là on pouvait tirer partie des expériences du Jardin d'essai.

Il y a à peu près quatre ans, un pied de *Musa Sinensis* provenant du Muséum de Paris fut introduit par M. Teissonnier au Jardin d'essai. Ce pied fut multiplié et servit à former une bananeraie qui a plus de deux milles souches actuellement.

De nombreuses applications d'engrais furent faites, et voici comment M. Teissonnier les analyse⁴ :

« Au point de vue culturel, le bananier est caractérisé par ses exigences en potasse. L'acide phosphorique et l'azote ayant une importance moins

grande, il était de toute nécessité de trouver une bonne formule à appliquer au bananier. Nous savons que le sol de la Guinée, d'une façon générale, manque de potasse et d'acide phosphorique, et que la culture du bananier ne peut être pratiquée sans avoir recours à l'emploi des engrais minéraux, ces deux éléments jouant un rôle important dans la fructification.

« Il va sans dire que l'emploi exclusif des engrais chimiques est à rejeter, car on ne doit pas perdre de vue que le sol d'une bananeraie doit contenir une quantité notable d'humus, qui pourra être fourni par le fumier de ferme ou les composts, ces derniers pouvant être fabriqués chaque année à peu de frais et en grande quantité.

« La formule d'engrais chimique employée au Jardin d'essai, qui a été arrêtée après deux ans d'expérience, est la suivante :

Azote	5,47 %
Potasse	11,02
Acide phosphorique	10,20
Chaux	8,17

« Chaque touffe de bananiers reçoit par an 6 kilogs de ce mélange. Le bananier étant une plante traçante et les arrosages étant faits en saison sèche, cette fumure doit être appliquée par petites doses, afin que les plantes puissent utiliser la plus grande partie des éléments fertilisants. De plus, l'emploi des engrais chimiques doit être suspendu pendant la saison des pluies. Les touffes de bananiers devront donc recevoir un kilog du mélange cité plus haut par mois, en trois ou quatre applications pendant toute la saison sèche.

« En dehors de cette fumure, les plantes doivent recevoir deux fois par an compost ou fumier de ferme, destiné à fournir l'humus indispensable pour la végétation. Il faut donc compter pour la culture du bananier dans la colonie 1 fr. 50 d'engrais par touffe et par an ; on obtient ainsi, dès la deuxième année de plantation, des régimes d'une régularité parfaite, portant 10 à 12 mains.

« A raison d'environ 1.000 touffes de bananiers à l'hectare, on voit, par ce qui précède, que la dépense d'engrais est de 1.500 francs par an et par hectare. La culture du bananier doit donc être une culture purement intensive, et il serait imprudent d'opérer sur de grandes étendues de terrain.

« D'autre part, si l'on se base sur un rendement moyen de 4.000 régimes à l'hectare, il est facile de voir que la culture du bananier en Guinée est susceptible de donner de forts bénéfices. »

Il faut ajouter à ces exigences d'engrais la nécessité d'un arrosage donnant 80 litres d'eau par souche et par semaine pendant les cinq mois de saison sèche. Si l'on n'arrosait pas, la végétation

⁴ Journal officiel de la Guinée française, mai 1903.

serait à peu près arrêtée pendant tout ce temps et les rendements en seraient affectés d'autant.

Les plantations de bananes devront donc se trouver dans une région où l'on trouvera sûrement de grandes quantités d'eau en saison sèche. Comme, en outre, il faudra pouvoir arriver au port rapidement, les environs du chemin de fer paraissent les plus intéressants à ce point de vue.

Aux environs immédiats de Conakry, se trouve une plaine d'une centaine d'hectares, où est situé le Jardin d'essai, et qui est toute allotie en différentes concessions données soit à des indigènes, soit à des Européens.

Vient ensuite la presqu'île à l'extrémité de laquelle se trouve Conakry et qui constitue ce que l'on appelle la plaine de Dixim.

Cette plaine, d'une dizaine de kilomètres de longueur, a fort peu de valeur au point de vue des cultures. Les roches y affleurent presque constamment et elle est presque entièrement desséchée par les vents marins. Quatre torrents, dont ceux de Bassia et de Rotouma, s'y trouvent bien, mais ils sont très encaissés et leurs rives sont très rocheuses.

Le chemin de fer commence ensuite la montée du Kakoulima, dont il longe les flancs pendant à peu près 60 kilomètres. Un bas-fonds d'une vingtaine d'hectares, où se trouvait la première infirmerie du chemin de fer au 45^e kilomètre, serait exploitable et pourrait peut-être être irrigué naturellement; mais il est à près de 80 mètres en contrebas de la ligne et il semble qu'il serait difficile d'établir une halte du chemin de fer dans cette région.

Partout ailleurs, les environs de la ligne sont très rocheux et les pentes sont trop fortes pour permettre les cultures.

On arrive ainsi au village de Kouria, au 65^e kilomètre, à plus de 200 mètres d'altitude, où l'on rencontre l'Ouankou, qui a une largeur de plus de 6 mètres. Le chemin de fer longe à flanc de coteau la rive droite de cette rivière pendant une douzaine de kilomètres à une distance de 100 à 150 mètres. La bande de terre ainsi délimitée peut se prêter à la culture.

Il ne semble pas, cependant, que l'on puisse faire de l'irrigation naturelle. La rivière n'a pour ainsi dire pas de courant pendant la saison sèche, et si l'on voulait faire un barrage, les nombreux thalwegs qui coupent la vallée rendraient difficile l'établissement d'un canal d'irrigation.

En revanche, l'arrosage à l'aide de pompes ne serait peut-être pas très coûteux, car, la rivière n'étant pas très encaissée, il n'y aurait qu'à refouler l'eau dans la partie haute de la bande de terrain, qui ne doit pas présenter une dénivellation de plus de 7 à 8 mètres.

Il doit être noté, cependant, que plusieurs points de cette bande sont marécageux et doivent être inondés pendant la saison des pluies; par conséquent, ils sont impropres à la culture.

Je n'ai point examiné la rive gauche, car l'Administration semblait vouloir la réserver pour les indigènes; mais elle comporte une certaine quantité de terres utilisables.

Après cette zone, il y a une grande région d'une quarantaine de kilomètres de longueur qui est à peu près inexploitable. La voie passe dans les gorges du Badi et du Tabili, qui sont enserrées entre des montagnes à pic, et les roches affleurent presque partout.

La voie remonte le Badi, et, après les grandes chutes de cette rivière, qui prend alors le nom de Samou, on retrouve une région analogue à celle de l'Ouankou.

La partie cultivable, d'une longueur d'à peu près 20 kilomètres, n'est pas plus large que celle de cette dernière rivière, mais l'irrigation serait peut-être plus facile. Le Samou présente, en effet, une succession de chutes qui permettraient peut-être la construction de canaux de dérivation. Une grande boucle de la rive gauche pourrait probablement être arrosée de cette façon; ce ne serait pas, du reste, sans grande dépense, parce qu'il faudrait creuser plus d'un kilomètre de canal dans un grès très difficile à travailler.

La ligne arrive ainsi sur les plateaux de Fri-guigbé, où elle s'arrête actuellement.

En somme, au point de vue agricole, le principal avantage de la ligne de chemin de fer dans la partie qui va être ouverte à l'exploitation est qu'elle permet d'accéder dans des régions élevées. La première zone cultivable est à 200 mètres d'altitude et la seconde à 300. Cela est une bonne chose au point de vue de la salubrité; cela permet surtout d'arriver facilement auprès des ruisseaux d'eau douce dans des parties où ils ne sont pas très encaissés.

Quelques personnes qui ont visité la ligne après moi, avec l'intention d'y établir des plantations, ont été effrayées de ce que les espaces cultivables étaient très limités, que, même en ces points, la profondeur de la terre est très faible, ne permettant pas la culture d'arbres à racines pivotantes, que les affleurements de roches y sont très fréquents, de sorte qu'il pourrait arriver que, sur 20 hectares, il n'y en ait que la moitié de cultivables, ce dont on ne se rendra compte qu'après une étude approfondie du terrain. Il faut considérer, cependant, que, si l'on se livre à des cultures analogues à celle des bananiers, de grandes étendues de terre ne sont pas nécessaires.

Il semble que ce qui a le plus influé sur les ren-

dements obtenus au Jardin d'essai, c'est la combinaison du fumier à l'engrais, et c'est à mes yeux là que réside une des principales difficultés du problème.

L'élevage est, en Guinée, une chose difficile, du fait des maladies qu'ont les bêtes et de l'insuffisance des pâturages en saison sèche, car on ne peut donner aux animaux autre chose que de l'herbe. Les indigènes vendent trop cher le manioc et les plantes analogues pour que l'on puisse songer à leur en acheter pour la nourriture du bétail, et, quant à la culture directe, je n'y crois pas, car ce serait une culture extensive. D'un autre côté, le long de la ligne, on ne pourra guère avoir les étables à côté des plantations, car les pâturages ne se trouvent en saison sèche que là où il y a un marécage en saison de pluie, et le transport du fumier sera une difficulté de plus.

Il sera peut-être plus facile de se procurer l'humus nécessaire à l'aide de composts, qui doivent jouer un grand rôle dans l'agriculture tropicale; mais c'est là un point qui reste à préciser.

Ce dont devront être bien persuadés ceux qui voudront entreprendre des plantations de bananes, c'est qu'il existe des difficultés de culture, que sans beaucoup d'engrais et d'eau on n'arrivera à rien, quelles que soient les conditions climatiques apparentes.

Jusqu'à ces derniers temps, on paraît, en effet, ne s'être préoccupé que des questions de transport et d'écoulement des bananes sur les marchés d'Europe. On n'a pas assez tenu compte des conditions mêmes de production.

Il apparaît bien qu'en Guinée, du fait des difficultés d'arrosage et des nécessités d'engrais, les frais de culture des bananiers seront très élevés. Il faudra donc que le rendement à l'hectare soit aussi très élevé, plus élevé qu'ailleurs, aux Canaries par exemple.

Quelques personnes poursuivent actuellement l'expérience, entre autres MM. Dubot et Vacher : elle est du plus haut intérêt.

Les plantations d'ananas peuvent aussi offrir des bénéfices en Guinée si l'on ne s'attache pas à la production des fruits de luxe, car les meilleures qualités viennent de pays où il ne pleut presque pas.

Enfin, l'attention doit se porter sur les kolatiers. C'est bien probablement cette plante qui donnera les meilleurs résultats, car elle est en Guinée dans son pays d'origine et les débouchés de son fruit sont presque illimités. On devra seulement ne pas oublier que, comme toutes les autres, cette culture doit être faite avec beaucoup de soins et ne pas être laissée au hasard.

Il semble bien que ce n'est que dans des cultures de ce genre que pourront s'engager les capitaux

européens, car les conditions climatiques rendent toutes les autres exploitations aléatoires en Guinée.

Les plantes qui s'accommoderaient de la sécheresse pendant le temps de leur maturité, comme les plantes textiles et oléagineuses, souffrent du torrent d'eau de l'hivernage, et c'est pour cela que, quoi qu'on en ait dit, il ne peut être question d'exploiter le coton dans la plus grande partie de ce pays, et les plantes qui supporteraient un climat humide ne peuvent résister à la saison sèche.

Nous avons montré comment l'humidité de la saison des pluies et les rosées de la saison sèche entretiennent toute une végétation indigène extrêmement vivace, de sorte que, dans les plantations, les travaux de nettoyage du sol doivent être constants et deviennent une très grosse dépense.

On peut admettre que le rendement à l'hectare de plantes qui feraient l'objet de cultures extensives ne dépasserait guère 700 francs. La main-d'œuvre nécessaire pour combattre les mauvaises herbes coûterait aux exploitations européennes plus que cette somme.

Ces cultures doivent donc être laissées en Guinée aux indigènes, qui n'ont point de frais généraux et à qui la main-d'œuvre ne coûte pas cher; mais les jardins d'essai doivent s'acharner à perfectionner ces cultures et à montrer aux noirs quels sont les moyens propres à faire obtenir de bons résultats.

Ce qu'il faut pour les Européens en Guinée, ce sont des cultures qui rapportent beaucoup à l'hectare, de façon à ce qu'on puisse surmonter les difficultés d'entretien, enrichir le sol et pratiquer l'irrigation.

VI

Lorsque l'on examine sérieusement par l'expérience, comme nous l'avons fait, cette question de l'exploitation agricole de l'Afrique occidentale, on voit que la grande difficulté vient non pas de la main-d'œuvre, comme on l'avait cru jusqu'ici, mais bien de la pauvreté du sol.

C'est là une chose sur laquelle on ne saurait trop insister. D'après l'opinion qui paraît prévaloir actuellement, il semble qu'il n'y a qu'à semer pour récolter. C'est ainsi que l'on peut lire dans un des derniers rapports parlementaires sur l'Afrique occidentale :

« La luxuriante nature des tropiques prodigue les richesses; de ce sol en perpétuelle fermentation transpirent naturellement les produits qu'il suffit de drainer. Et le kolatier, le tabac presque sauvage, et le riz et le sorgho, [dont la génération spontanée promet par avance la nourriture aux pionniers, tout s'offre généreusement; il suffit de savoir prendre. »

Il faut en finir avec cette légende.

La réalité est que, pour obtenir des produits du sol de l'Afrique occidentale, les hommes peinent tout autant que dans tout autre pays au monde. Dans les rizières, qu'ils travaillent journellement sous la pluie et dans l'eau jusqu'aux genoux, alors qu'ils prennent soin de repiquer chaque plante une à une ou qu'ils récoltent chaque épi presque l'un après l'autre, dans leurs champs d'arachide, de coton ou de sorgho, qu'ils ne peuvent faire à la même place que tous les dix ans, dans les taillis où les lianes donnent parcimonieusement quelques gouttes de latex, les noirs offrent un tout autre spectacle que celui de gens qui n'ont qu'à recueillir les produits d'une nature prodigieuse.

Ce qui est vrai, c'est que cette terre de l'Afrique occidentale est pauvre, ne contenant que des éléments qui, du fait du climat ou pour toute autre cause inconnue, s'assimilent mal, où les phénomènes essentiels, comme ceux de la nitrification, ne se font que difficilement. En outre, quelque paradoxal que cela paraisse, les terres vierges n'y existent pas. Sauf dans la grande forêt, qui ne recouvre qu'une faible partie de l'ensemble, tout a été défriché et, depuis des centaines d'années, cultivé. Il n'y a de terre en friche que là où elle se repose et là où les populations ont été décimées par les guerres, et les indigènes ne connaissent pas les moyens de rendre au sol sa fertilité.

En outre, il ne faut pas oublier que presque tous les produits végétaux qui peuvent être fournis par l'Afrique occidentale ont à lutter contre les produits similaires qui proviennent de pays où l'on emploie les procédés de culture les plus perfectionnés, alors que le nègre n'a comme outil que sa pioche et ne sait améliorer sa terre que par des assolements.

Il ne faut pas poser en principe que ces procédés de culture modernes sont hors de la portée de l'indigène et qu'ils ne conviennent pas à la terre d'Afrique occidentale, car il faudrait de ce fait renoncer à toute espérance de voir ce pays lutter contre ceux qui fournissent actuellement les produits de grande consommation.

La capacité de production du noir est, en effet, limitée aux moyens que l'on mettra à sa disposition.

Il ne faut pas invoquer comme une preuve du contraire l'exemple du Sénégal, qui paraît se développer grâce à la seule initiative indigène. Les arachides du Cayor profitent de conditions toutes spéciales qui leur permettent de lutter contre celles d'autres contrées. Du reste, elles ne peuvent ré-is-

ter à la concurrence que leur font les arachides d'Égypte que grâce à ce fait que la production de ce pays est limitée à la surface de terre exploitable¹.

On affirme que la quantité des produits d'exportation augmente chaque année, mais on oublie de constater qu'il en est de même des importations de denrées alimentaires.

D'une manière générale, en effet, on peut admettre que l'indigène met en valeur actuellement le plus de terre qu'il peut. Si l'on veut qu'il cultive des produits qu'il ne doit pas consommer, il faut lui fournir en échange ces produits de consommation qui lui font défaut ou lui apprendre à produire davantage pour une même somme de travail.

Je sais bien que cette transformation des modes de culture indigène est difficile, très difficile même ; mais ce qu'il peut y avoir de plus dangereux, c'est d'en nier la nécessité.

Lorsque l'on a suivi les conseils que les membres de la Mission de Trentinian ont été des premiers à donner et qu'après avoir fait profession de beaucoup de scepticisme, on a commencé la campagne que poursuivent actuellement les Associations cotonières, on a cru que tout le problème consisterait à obtenir de l'indigène qu'il voulut bien cultiver du coton. On commence à se rendre compte de ce que nous n'avons cessé d'assurer dès le début : que ce n'était pas là le point délicat.

Lorsque nous disions que l'on devait attendre de l'Afrique mieux que ce que l'on en obtient actuellement, nous ne nous faisons aucune illusion sur ces difficultés qui devaient apparaître peu à peu.

Nous ne cessons de les signaler, persuadé que le parti pris qui consiste à ne pas vouloir les envisager peut être plus néfaste que cette opinion qui consistait, il y a peu de temps, à dire que le problème de la mise en valeur de l'Afrique occidentale était insoluble.

L'Afrique occidentale peut et doit devenir riche ; mais il ne faut pas oublier que ce n'est pas en quelques années que se sont développés l'Australasie et le Nouveau Monde et bien considérer que ce seront les indigènes qui tireront probablement le plus grand avantage de cette mise en valeur.

Emile Baillaud,

Ancien directeur
de la Société agricole et industrielle
de la Guinée française.

¹ Voir LECOMTE : *Journal officiel du Sénégal*, 1904. Rapport sur la culture des arachides en Égypte.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

D'Ocagne (Maurice), *Ingénieur des Ponts et Chaussées, Chef du Service des cartes, plans et instruments de précision du Département des Travaux publics, Répétiteur à l'École Polytechnique.* — **Leçons sur la Topométrie et la Cubature des terrasses, comprenant des notions sommaires de Nomographie.** — 1 vol. in-8°. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1904.

Cet ouvrage est la publication des leçons professées par l'auteur, depuis 1896, à l'École des Ponts et Chaussées. Le petit nombre de ces leçons a forcé M. d'Ocagne à condenser les développements donnés à certaines questions; il a donc élagué tous les détails de description, en y suppléant en fait par des exercices pratiques sur le terrain, et s'est appliqué tout particulièrement à dégager surtout les idées générales. C'est là, d'ailleurs, une méthode excellente pour un enseignement destiné à de jeunes ingénieurs ayant tous une instruction préalable des plus élevées, et la publication des leçons a pris ainsi un caractère beaucoup plus scientifique que celui des traités ordinaires de Topographie; la Topométrie ainsi traitée forme une véritable introduction à la Géodésie.

L'ouvrage se divise en deux parties: l'une consacrée à la Topométrie, c'est-à-dire à la Topographie géométrique, la seconde à la Cubature des terrasses.

Le chapitre I^{er} traite des organes principaux que l'on retrouve dans tous les instruments: niveaux, verniers, mires, etc., qui sont décrits individuellement. Il y a lieu d'y signaler tout particulièrement une théorie géométrique du réglage du niveau, entièrement nouvelle, établie en toute généralité et non pas seulement pour le cas où le plan moyen de la bulle est parallèle au plan vertical qui contient l'axe de rotation, ainsi qu'on l'admet implicitement dans la théorie ordinaire.

Le chapitre II est consacré à la planimétrie: mesure des angles horizontaux au moyen des différents instruments topométriques; mesure des distances soit directement, soit par des procédés stadimétriques; exposé des méthodes générales de la planimétrie, intersections, cheminements, rayonnements et relèvements. L'auteur a donné dans ce chapitre, qui est remarquablement raité, un développement assez considérable à la tachéométrie et expose avec détails les principes de plusieurs instruments récents, tels que le diastimomètre Sanguet, le tachéographe Schrader avec mise au point automatique Carpentier, et le tachéomètre de Sanguet. A propos des méthodes générales, M. d'Ocagne a eu l'heureuse idée de donner, en quelques pages, des notions très suffisantes sur les levés photographiques qui peuvent, dans certains cas, rendre d'excellents services, ainsi que l'a montré M. Henri Vallot dans l'établissement de la carte du massif du Mont-Blanc. Enfin, l'auteur donne un théorème entièrement général pour la vérification des angles d'un cheminement.

Dans le chapitre III (altimétrie), on passe en revue tout d'abord les divers instruments et les diverses méthodes de nivellement direct et de nivellement trigonométrique; puis l'auteur, qui a collaboré pendant plusieurs années au nivellement général de la France, traite avec assez de détails l'objet, l'organisation générale, les méthodes et les résultats de ce très important Service.

Le chapitre IV (Théorie générale des raccordements) est entièrement original. Il faut y remarquer: la théorie

des raccordements circulaires doubles, dont on donne une solution générale fondée sur trois théorèmes simples de Géométrie dus à l'auteur; la théorie des raccordements à courbure progressive, où M. d'Ocagne a résumé et très simplement exposé les travaux ardu de de Leber, et, à la fin du chapitre, des tables numériques pour la solution du problème des raccordements par la clothoïde, qui est théoriquement la plus satisfaisante.

La deuxième partie de l'ouvrage a trait à la cubature des terrasses et comprend deux chapitres. Dans le premier, où l'auteur expose les procédés de cubature proprement dite, il a fait abandon, pour l'évaluation des volumes et des surfaces des terrasses, de l'ancienne méthode géométrique par décomposition en troncs de prisme limités à des paraboloides, et envisagé l'évaluation des volumes comme une intégration approchée, ce qui est beaucoup plus simple. Pour l'évaluation des profils, il passe en revue, en les réduisant à leurs lignes essentielles, les principaux procédés mécaniques, géométriques, analytiques et nomographiques en usage. On se souvient, d'ailleurs, qu'en ce qui concerne les abaques à entre-croisement proposés en si grand nombre pour ce problème, M. d'Ocagne est le premier qui les ait ramenés à l'unité dans un Mémoire des *Annales des Ponts et Chaussées* reproduit dans son traité de Nomographie; il y a fait voir comment toutes ces questions, diverses en apparence, se ramènent à une solution unique par particularisation de trois fonctions arbitraires.

L'auteur termine ce chapitre en mettant en évidence les avantages de la solution par les points alignés, qui est exposée élémentairement, mais avec toutes les indications pratiques nécessaires.

Dans le dernier chapitre: Compensation et mouvement des terres, nous nous bornerons à signaler un exposé très simple du procédé de Brückner. L'auteur résume enfin, dans une annexe de 20 pages environ, les principes de Nomographie de l'utilité la plus courante pour les ingénieurs.

On voit, par cette analyse rapide, combien sont nombreuses les matières traitées par M. d'Ocagne dans ses leçons de Topométrie et combien profitable peut en être la lecture; cet ouvrage, digne en tous points de son savant auteur, est d'autant plus remarquable qu'il est condensé en un nombre très restreint de pages; il paraît devoir être indispensable à tous les ingénieurs qui auront à s'occuper de questions de routes, de chemins de fer, de canaux ou d'hydraulique agricole.

R. BOURGEOIS,

Membre correspondant du Bureau des Longitudes,
Chef de la Section de Géodésie
au Service géographique de l'Armée.

2° Sciences physiques

Tammann (Gustave), *Professeur à l'Université de Göttingen.* — **Krystallisieren und Schmelzen.** — 1 vol. in-8° de 346 pages avec 88 fig. (Prix: 10 fr.) J.-A. Barth, Leipzig, 1904.

Plusieurs physiciens et chimistes ont admis l'existence d'un état critique des solides analogue à l'état critique des fluides. Cette hypothèse paraît, *a priori*, peu plausible à M. Tammann, pour une raison qui ne manque pas d'un certain poids: Un état critique d'une substance est caractérisé par l'identité des propriétés et la miscibilité complète de deux phases de cette substance. Or, il est difficile de concevoir que cette condition se réalise quand l'une des

phases est anisotrope (ou cristallisée), l'autre isotrope (solide amorphe, fluide ou gazeuse). Dans la première, en effet, les propriétés sont fonctions de la direction : dans la seconde, elles sont indépendantes de cette direction. Pour ce même motif, il n'est guère possible d'imaginer la transformation continue de l'une des phases en l'autre, qu'impliquerait l'existence d'un état critique. Toutefois, n'estimant pas ces arguments suffisants, M. Tammann s'est proposé de soumettre la question au contrôle de l'expérience, et c'est le résultat de ses recherches qu'il a résumé ici.

L'étude expérimentale de la fusion rencontre, dans la pratique, des difficultés bien plus grandes que l'étude de la vaporisation. En particulier, elle exige l'emploi de pressions très considérables, qui sont souvent à l'extrême limite de ce que nos moyens actuels permettent de réaliser.

S'il existe un état critique du solide, les deux phases ont alors même volume spécifique et la chaleur de fusion devient nulle. Mais on peut, en général, trouver une série de températures et de pressions pour lesquelles la différence ($v - v' = \Delta v$) de volume entre le cristal et le liquide est nulle. Supposons construites les surfaces dont les coordonnées sont (T, p, v) et (T, p, v') : ces surfaces se coupent suivant une courbe. Projétons cette courbe sur le plan (T, p) ; pour tous les points de cette projection, $\Delta v = 0$. Construisons les surfaces (T, p, E_p) et (T, p, E'_p) , E_p et E'_p étant les quantités de chaleur nécessaires pour échauffer le cristal ou le liquide du zéro absolu à la température de fusion sous pression constante, ce que nous appellerons désormais, pour abrégé, énergies du cristal et du liquide : pour tous les points de la projection sur le plan (T, p) de l'intersection de ces deux surfaces, la différence d'énergie ΔE sera nulle. La condition nécessaire pour qu'il puisse exister un état critique, c'est que ces deux courbes $\Delta v = 0$, $\Delta E = 0$ se coupent sur la courbe de fusion.

Malheureusement, il est pour ainsi dire impossible de déterminer entièrement ces trois courbes. Tout ce qu'on peut faire, c'est de déduire, de leurs portions accessibles à l'expérience, leur allure générale, leur position relative probable, et d'examiner si elles peuvent se concilier avec la condition qu'on vient d'énoncer : en d'autres termes, il faut recourir à des extrapolations. On vérifie ainsi que les isobares du volume et de l'énergie du cristal et du liquide se coupent au zéro absolu ; du moins, les écarts ne sont pas supérieurs à ceux qu'entraînent les erreurs expérimentales.

Les isobares du volume se déterminent par la méthode des flotteurs. La différence d'énergie du cristal et de la matière amorphe peut être déduite de la différence entre leurs chaleurs de dissolution ou par la méthode calorimétrique.

La différence Δv sur la courbe de fusion ne suit aucune loi générale.

La variation de la chaleur de fusion avec la pression et la température peut s'établir par des calculs de Thermodynamique. D'après ce que l'on sait, il semble que cette variation s'effectue dans les limites correspondant aux deux équations :

$$\Delta p = \text{const.}; \quad \frac{\lambda_p}{T} = \text{const.}$$

Or, on ne constate jamais de diminution appréciable de λ_p quand la pression augmente le long de la courbe de fusion : λ_p reste à très peu près constant ou même croît légèrement, tandis que Δv décroît nettement.

La concavité de la courbe de fusion dépend du signe de la dérivée $\frac{d(\Delta v)}{dT}$: elle est dirigée vers l'axe des p quand cette dérivée est négative, ce qui est le cas pour toutes les courbes déterminées jusqu'ici.

Une variation adiabatique de la pression supportée par un mélange de cristal et de liquide provoque une variation secondaire de la pression en sens contraire de la variation imposée.

Température maxima de fusion. — D'après l'allure des courbes de fusion déterminées entre $p=1$ kilogramme et $p=3.000$ kilogrammes, la pression correspondant à la température maximum de fusion n'est, pour aucune des quarante substances étudiées, inférieure à 5.000 kilogrammes. On n'a pu dépasser la pression correspondante que pour le sel de Glauber ; elle est inférieure à 3.000 kilogrammes.

Détermination de la courbe de fusion. — Le dispositif expérimental est, en principe, celui qui a été employé par Mousson pour montrer la fusion de la glace à basse température, sous l'influence de la pression. La substance est enfermée dans un canal (*eb*, fig. 1) creusé dans un bloc d'acier, long de 40 centimètres sur un diamètre de 10 centimètres. Le canal présente, dans sa partie inférieure, un diamètre de 3 millimètres sur une longueur de 25 centimètres, s'élargit ensuite en cône jusqu'à un diamètre de 5 millimètres, redevient cylindrique sur 5 centimètres et s'élargit brusquement à 10 millimètres. Dans la partie *cde* est ajusté un piston d'acier trempé dont la partie supérieure est tarudée, pour permettre de l'introduire et de le retirer à l'aide d'un gros fil d'acier. La substance est introduite à l'état liquide dans le cylindre, de manière à le remplir jusqu'en *d* ; puis on y place la tige-signal, fil de platine long de 15 centimètres sur un diamètre de 2 millimètres, terminé par deux boutons d'acier trempé. En *cd* on met un petit cylindre d'ébonite ajusté et on le chasse à l'aide du piston d'acier jusqu'à ce que son extrémité inférieure s'engage en *e* dans le canal. Le cylindre d'acier est disposé sur deux tourillons dont l'axe passe par son centre de gravité, ce qui permet de le retourner sans bruit, et plongé dans le bain destiné à faire varier la température. Au moment où on chavire le cylindre, si la substance est fondue, on entend la tige de platine tomber sur l'ébonite. La pression se déduit des coordonnées connues de la courbe de fusion ou des déplacements du cylindre d'ébonite. On adopte comme température la moyenne des deux températures observées, la plus basse quand on ne perçoit aucun bruit, la plus élevée quand ce bruit s'entend nettement au moment du renversement.

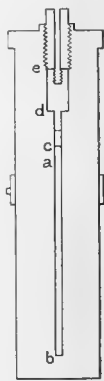


Fig. 1.
Cylindre pour la fusion de la substance sous pression.

Transformation des substances polymorphes. — Lorsque les courbes de tension de vapeur correspondant à deux phases se coupent sur le plan (T, p) , le point d'intersection est toujours un point triple, c'est-à-dire le point d'intersection des courbes d'équilibre de trois phases stables simultanément en ce point. Mais le point d'intersection de deux courbes de fusion ou de transformation n'est pas nécessairement un point triple. L'existence de ce point triple est lié à la stabilité relative des phases. Pratiquement, on peut dire que l'ordre des stabilités des phases cristallisées est l'ordre inverse de leurs tensions de vapeur et de leurs température de fusion sous la pression $p=1$. Pour déterminer l'ordre des températures de fusion, on introduit entre deux lamelles de verre (couvre-objets) un peu de la substance polymorphe fondue ; on provoque la formation des diverses variétés de cristaux, et, en élevant lentement la température, on suit la disparition des taches très nettes formées par des rayonnements d'aiguilles cristallines. L'ordre des stabilités est aussi l'ordre inverse des solubilités.

Il faut tenir compte, dans ces expériences, des phénomènes de faux équilibre, étudiés par M. Duhem.

Vitesse d'écolement des substances cristallisées. — D'après Poynting, les corps cristallisés, en particulier la glace, peuvent fondre à une température notablement moins élevée que la température correspondant

à la courbe de fusion normale, quand on les soumet à une pression très élevée, dans des conditions telles que le liquide puisse s'écouler librement. Ostwald a généralisé cette hypothèse et admet que toute substance possède deux courbes de fusion, définissant les températures et les pressions auxquelles fond la substance, l'une quand la même pression règne sur le solide et sur le liquide, l'autre quand le liquide peut s'écouler librement.

Il est relativement aisé de construire cette deuxième courbe de fusion ou de vérifier si elle existe. On soumettra le corps cristallisé à une pression mesurable. Tant que le frottement intérieur ne sera pas extrêmement grand, le solide commencera à s'écouler. Si l'on peut déterminer la vitesse d'écoulement, en fonction de la température et de la pression, on constatera, au moment où la substance fond, une discontinuité dans la variation de cette vitesse.

L'appareil doit être disposé de manière que la pression mesurée soit bien celle qui s'exerce sur les portions du solide qui prennent part au mouvement d'écoulement : de plus, cette pression doit être constante et la substance fondue doit s'écouler librement, sans reflux et sans exercer de contre-pression.

La substance est introduite dans un cylindre à parois épaisses et comprimée à l'aide d'un piston de forme particulière (fig. 2). L'écoulement se fait par l'espace annulaire haut de 0^{mm},5, et la matière cristallisée sort sous forme d'un tube mince qui se brise en venant heurter la partie supérieure élargie du piston.

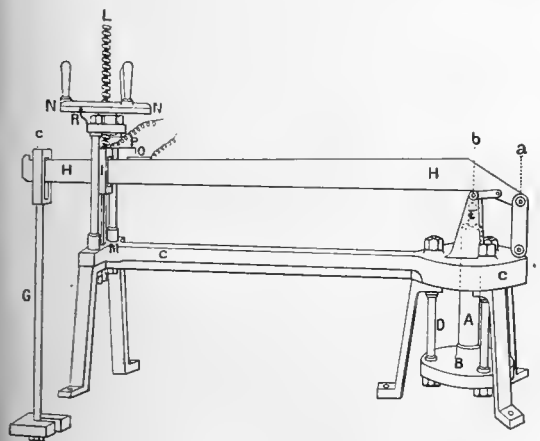


Fig. 3. — Appareil pour la compression du cylindre de la figure 2. — A, cylindre; B, plateau d'acier; C, banc de fonte; D, boulons; E, piston; H, levier; G, tige supportant des poids; I, cadre; L, vis; N, écrou; O, P, fils de courant actionnant une sonnerie; R, repère.

Les débris tombent entre la paroi et le milieu évidé de la tige du piston, sans faire ultérieurement obstacle au passage du liquide.

On peut augmenter la vitesse d'écoulement en donnant à la base inférieure du piston une forme conique.

Le cylindre A (fig. 3) repose sur un plateau d'acier B, relié par trois boulons d'acier D au banc de fonte C. La

partie inférieure du cylindre A et une portion des boulons D plongent dans un bain qui sert à régler la température. La pression s'exerce par l'intermédiaire du levier H, dont le point fixe est *a*, qui appuie sur le piston E en *b* et reçoit en *c* la force produite par des poids que supporte la tige G ou par des fils. Si la pression doit être inférieure à celle qui correspond au poids du levier H, on compense en partie ce poids en soutenant le levier par un cordon qui passe sur une poulie et supporte à son autre extrémité un bassin dans lequel on ajoute des poids.

Le levier H passe dans un cadre I qui peut se déplacer à l'aide de la vis L et est guidé dans son mouvement par la tige M. En tournant l'écrou N (dont la tranche porte 100 divisions, chacune de 0,7 mm), on peut dégager le levier H et amener la petite lame de platine O, fixée sur sa face supérieure, en contact avec le fil P et fermer ainsi le circuit d'une sonnerie. Quand la sonnerie fonctionne, on note la division qui fait face au repère R. Au bout d'un temps déterminé, on

répète le même réglage, ce qui fait connaître la quantité dont le piston s'est enfoncé; cette quantité est proportionnelle à la vitesse d'écoulement. Au moment de la fusion, le mouvement du piston subit une accélération brusque. Cette accélération s'observe seulement quand

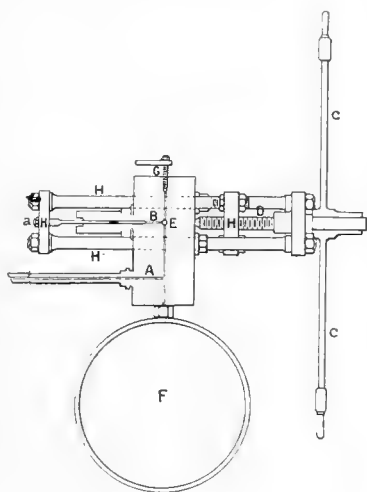


Fig. 4.

Fig. 4. — Appareil pour déterminer les courbes de fusion. — AEB, canal; F, manomètre à ressort; G, robinet; CC, volant; D, vis de compression; a, piston avec bouchon d'ébonite; H, H, cadre.

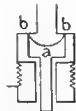


Fig. 5.

Fig. 5. — Détails des joints de la figure 4. — a, rondelle, pressée par une vis contre l'ouverture bb.

la pression atteint la valeur qui correspond à la courbe de fusion normale; il n'y a donc qu'une seule courbe de fusion.

Détermination de la courbe de fusion. — La substance étant maintenue à température constante, on fait varier la pression qu'elle supporte, puis on observe la variation secondaire qui se produit en sens contraire de celle qui a été provoquée. Cette variation est beaucoup plus considérable, quand le changement d'état a lieu.

Le canal A (fig. 4), pratiqué dans le bloc d'acier, communique avec l'intérieur d'un cylindre à parois épaisses ayant une capacité d'environ 100 centimètres cubes. F est un manomètre à ressort, G un robinet par l'intermédiaire duquel le canal ABE peut être isolé de la pompe qui sert à le remplir d'huile de ricin. On comprime l'huile jusqu'à 500 atmosphères, puis on ferme le robinet et, faisant avancer la vis D au moyen du volant C, on met en mouvement le cadre HHHH, ce qui force dans le cylindre le piston aa terminé par un bouchon d'ébonite.

Dans le canal E, perpendiculaire au plan de la figure, est disposé un robinet à pointe, qui permet d'isoler le manomètre F et le cylindre d'acier auquel aboutit le canal A. Quand ce robinet est fermé, la pression

(même à 3.000 kg) se maintient pendant des semaines.

La course du piston est de 8 à 9 centimètres, ce qui correspond à une augmentation de pression de 1.000 kilogrammes environ. Les variations de pression plus grandes s'obtiennent en augmentant la quantité d'huile introduite dans le récipient.

La substance est enfermée dans un tube de verre, dont l'ouverture inférieure plonge dans un godet de mercure attaché par des fils aux anneaux de caoutchouc. Ces anneaux protègent, en outre, le verre contre la rupture, pendant qu'on visse le cylindre. Le tube de verre est complètement noyé dans le mercure, pour assurer la diffusion rapide de la chaleur.

La construction des joints est représentée par la figure 3. La rondelle *aa* est fortement pressée contre l'ouverture *bb* par une forte vis, qu'on serre à bloc en frappant quelques coups de maillet sur le manche de la clé.

M. Tammann a réussi à construire les courbes de fusion et les diagrammes caractéristiques d'une quarantaine de substances. Il est impossible de nous étendre ici sur les résultats qu'il a obtenus. Signalons seulement, parmi les plus intéressants, le diagramme de l'iode de méthylène, tétramorphe dans la région étudiée, avec six points triples, et l'existence de deux modifications de la glace, stables à basse température sous forte pression.

Il semble bien que l'auteur ait obtenu tout ce qu'il est actuellement possible d'obtenir. Sans doute, il peut arriver que les progrès de la technique permettent dans l'avenir d'aller plus loin. Mais ces recherches n'en constituent pas moins une étape importante dans l'étude de cette question difficile.

M. Tammann, avec une sagacité et une habileté d'expérimentation peu communes, a appliqué la règle qu'il énonce lui-même incidemment :

« Pour déterminer des diagrammes caractéristiques complets, il faut procéder, avec calme et méthode, du connu à l'inconnu, et n'être pas avare de son temps. L'étude de l'iode de méthylène a exigé environ quatre cents heures de travail. »

MARCEL LAMOTTE,

Maître de Conférences

à l'Université de Clermont-Ferrand.

Tortelli (M.), *Directeur du Laboratoire des Douanes, à Gênes (Italie)*. — **Analisi chimica qualitativa**. — 1 vol. de 336 pages, chez l'auteur, Gênes, 1904.

Le volume du Dr Tortelli est intéressant à signaler par la forme claire et précise sous laquelle il est présenté.

Après avoir décrit le mode opératoire employé dans les essais par voie sèche et par voie humide, il donne successivement les réactions des métaux et des métaïloïdes, en indiquant pour chacun de ces groupes la méthode systématique permettant de les séparer et de les caractériser.

X. ROCQUES,

Ingénieur-chimiste,

Ancien chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

3° Sciences naturelles

Guérin (Paul), *Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie de Paris*. — **Les Connaissances actuelles sur la Fécondation chez les Phanérogames**, avec Préface de M. le Professeur GUIGNARD, membre de l'Institut. — 1 vol. in-8° de 160 p. avec 31 fig. (Prix : 10 fr.). Joanin, éditeur. Paris, 1904.

Voici un travail qui vient à son heure et qui recevra un accueil favorable non seulement des botanistes, mais encore de tous ceux qui s'intéressent aux questions générales de la Biologie. La question de la fécondation chez les plantes supérieures s'est enrichie, depuis une vingtaine d'années, d'un nombre considérable d'acquisitions nouvelles, aussi remarquables par leur importance phylogénétique que par la lumière qu'elles ont projetée sur des phénomènes restés jusqu'à ce jour

sans interprétation suffisante; ces faits, épars dans une littérature très chargée, avaient besoin d'être coordonnés même pour les spécialistes, qui n'ont pas toujours le loisir de recourir aux Mémoires originaux. M. Guérin n'a pas reculé devant la tâche ardue se condenser ces recherches innombrables en n'insistant que sur celles qui méritent de fixer l'attention; il nous présente ainsi un tableau bien complet et bien ordonné de l'état actuel de nos connaissances sur la fécondation chez les Phanérogames, et nul ne pouvait le faire avec plus de compétence.

Cette étude est divisée en deux parties, l'une relative aux Angiospermes et l'autre aux Gymnospermes. Les recherches récentes sur la fécondation ont, en effet, accentué les différences qui, à ce point de vue, séparent ces deux groupes. Chez les Angiospermes, le développement du gamète mâle, celui du gamète femelle et la fécondation proprement dite font l'objet de trois chapitres d'un grand intérêt. Les deux premiers fournissent à l'auteur l'occasion de préciser nos connaissances actuelles sur la réduction chromatique, et, après un exposé très clair du développement normal, de passer en revue, avec une remarquable érudition, les nombreuses anomalies signalées dans la formation du grain de pollen ou du sac embryonnaire. Le chapitre consacré à la fécondation est l'un des plus attachants; la double fécondation des Angiospermes, découverte pour la première fois, en 1899, par Nawaschine et Guignard, a été, depuis cette époque, en raison de sa haute signification, l'objet de recherches incessantes de la part de très nombreux observateurs. M. Guérin a relevé avec un soin minutieux et une fidélité parfaite toutes les observations relatives à ce sujet et, par là, a contribué à démontrer la généralité du phénomène. Le sujet l'amenait naturellement à aborder la question de la parthénogénèse et à comparer les résultats fournis par l'étude des plantes à la parthénogénèse expérimentale, observée chez les animaux. Les dernières considérations du chapitre sont consacrées au phénomène si curieux des xénies, inexplicable, tant que la double fécondation elle-même est restée ignorée.

Chez les Gymnospermes, l'auteur a dû, en raison de la diversité des phénomènes sexuels, étudier dans chacune des trois familles, Cycadacées, Conifères et Gnétacées, les appareils sexuels mâle et femelle et les phénomènes de la fécondation. Chez les Cycadacées, le développement et la conformation des anthérozoïdes ciliés, le mode tout particulier de fusion du noyau mâle avec le noyau femelle, qui le reçoit d'abord dans une « cavité réceptrice », la nature encore obscure du blépharoplaste sont discutés avec beaucoup de sagacité. Les Conifères ne présentent pas moins de questions en suspens : nombre des cellules stériles dans les grains de pollen des divers genres, date de l'apparition des cloisons, présence constante d'une cellule du canal; il faut, en particulier, savoir gré à M. Guérin d'avoir apporté de la clarté dans la terminologie variable et, par conséquent, confuse des divers éléments du grain de pollen des Conifères. Quant aux Gnétacées, on trouvera, dans ce travail, l'analyse des recherches classiques de Karsten, de Strasburger et de Lotsy.

L'ouvrage se termine par deux chapitres du plus haut intérêt sur la comparaison des phénomènes morphologiques de la fécondation chez les animaux et les plantes et sur l'interprétation de ces phénomènes; il n'était guère possible de résumer plus clairement les récentes hypothèses sur la nature intime du phénomène et sur la dissociation de la fécondation végétative, simple stimulus au développement, et de la fécondation génératrice, mélange des qualités héréditaires.

Un index bibliographique très complet, placé à la suite de chaque chapitre, et de nombreuses figures complètent fort heureusement ce travail.

F. PÉCHOUTRE,

Professeur au Lycée Louis-le-Grand.

Demeny (G.), *Professeur de Physiologie appliquée à l'École de Gymnastique de Joinville.* — **Mécanisme et Éducation des Mouvements.** — 1 vol in-8° de 323 pages et 365 figures de la *Biblioth. scient. internat.* (Prix : 9 fr.). Alcan, éditeur, Paris, 1904.

Depuis un certain nombre d'années, la gymnastique est entrée dans une voie nouvelle. Elle a cessé de consister uniquement en une série de manœuvres plus ou moins violentes et généralement d'autant plus appréciées qu'elles étaient plus difficiles à exécuter. Sous l'influence de doctrines venues de l'étranger, on a compris et reconnu qu'un entraînement modéré, bien gradué et accessible à tout chacun, a sur le développement du corps une influence plus heureuse que les exercices compliqués et pénibles aux agrès. M. Demeny est de ceux qui ont le plus contribué en France à pousser l'enseignement de la gymnastique dans cette voie et à le faire reposer sur des principes rationnels. Le livre qu'il publie aujourd'hui fait suite à son ouvrage sur les bases scientifiques de l'éducation physique.

Dans le premier chapitre, ayant pour titre : « Description et mécanisme des mouvements », nous trouvons d'abord l'anatomie sommaire du squelette humain, des principales articulations et des muscles qui agissent sur elles. L'auteur étudie la manière dont les divers mouvements peuvent s'exécuter et quelle est leur amplitude naturelle.

Le second chapitre, intitulé : « Analyse des attitudes et des mouvements », est extrêmement important, car on y trouve l'exposé de toutes les bases de la Mécanique animale. Pour que le corps soit en équilibre dans une position déterminée, il faut que la verticale du centre de gravité tombe en dedans du polygone des points d'appui. M. Demeny montre comment cette condition est réalisée dans les diverses attitudes, comment on passe d'une position à une autre et quel est le rôle des muscles dans ces divers cas.

Puis il fait la même étude pour les différents mouvements. Nous voyons alors intervenir un facteur important, qui ne jouait aucun rôle au repos : c'est l'inertie de la matière. Enfin, l'auteur passe en revue une série de mouvements éducatifs. Toute cette partie de l'ouvrage contient de nombreuses figures se rapportant soit à des attitudes ou à des mouvements de la vie ordinaire, soit à des exercices sportifs, tels que boxe, escrime, etc.

Le troisième chapitre est consacré à la locomotion pédestre, marche, course à diverses allures, saut, etc., les deux suivants à la locomotion à l'aide des bras et aux divers autres modes de progression, cyclisme, danse, natation, etc.

La plupart des documents qui ont servi à rédiger ces trois chapitres ont été obtenus au moyen de la chronophotographie, qui, dans un si grand nombre de cas, a permis de faire l'étude des mouvements d'un corps. Ces documents sont reproduits intégralement ou schématisés selon les besoins.

Enfin, le volume se termine par un chapitre sur les « Conditions économiques de l'utilisation de la force musculaire ». C'est là, au point de vue pratique, évidemment, une des questions les plus importantes de la Mécanique animale. Comment, dans les divers cas qui se présentent à nous, faut-il s'y prendre pour produire un travail déterminé dans les conditions les plus économiques ? Malheureusement, le plus souvent, nous manquons de données pour résoudre ces problèmes. M. Demeny nous donne celles qu'il a pu se procurer, en particulier dans la marche, où l'on peut parcourir un certain espace de façons bien différentes en variant les allures et les repos. Il y a généralement une solution de moindre fatigue.

La lecture de ce livre sera certainement utile à tous ceux qui s'intéressent aux questions de sport ou d'éducation physique et qui désirent appliquer ces exercices au développement du corps et à l'entretien de la santé.

Dr G. WEISS,

Professeur agrégé

à la Faculté de Médecine de Paris.

4° Sciences médicales

Belot (Dr J.). — **Traité de Radiothérapie.** 2^e édition, revue et augmentée, avec une préface de M. le Dr Brocq. — 1 volume grand in-8° de 328 pages avec figures et planches. Steinheil et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1905.

Nous connaissons pas mal de traités de radiothérapie, parus surtout à l'étranger, mais nous n'en connaissons aucun qui soit plus complet et plus au courant que celui de M. Belot, dont vient de paraître, peu après la première, une deuxième édition. L'auteur ne s'est pas contenté, en effet, d'exposer longuement dans son livre ses travaux personnels; il s'est surtout donné la tâche d'exposer tout ce qui avait été fait d'important sur le sujet, essayant même de prévoir les applications nouvelles dont la liste s'allonge si régulièrement chaque jour. Cent pages mettent le lecteur au courant de la partie technique; c'est la première partie du livre. Elle comprend les machines et les principaux appareils utilisés, surtout en France, pour produire et mesurer les rayons X. La deuxième partie, déjà plus étendue, comprend, pourrait-on dire, toute la radiophysologie, c'est-à-dire : les propriétés biologiques des rayons de Roentgen, l'anatomie et la physiologie pathologique, les facteurs radiothérapeutiques, etc. Ce n'était certes pas la plus commode.

La troisième partie est, à mon avis, la partie maîtresse de l'œuvre : comme étendue, comme originalité, comme quantité et qualité des documents qu'elle met au jour, et surtout comme utilité. L'auteur y passe en revue toutes les formes pathologiques auxquelles la radiothérapie, à tort ou à raison, a été appliquée. Il dit les résultats, les doses, la technique spéciale s'il y en a une, les fautes à éviter, etc. C'est le meilleur des guides, et l'on croirait presque, à le lire, que rien n'est plus facile que de mener à bien un traitement radiothérapeutique. La question du cancer y tient cent bonnes pages, et l'on s'aperçoit, en lisant, que ce n'est pas trop, tellement la question est fouillée et sagement exposée. Elle a, d'ailleurs, tant d'importance!

En résumé, beau et bon livre, clairement écrit par un auteur précis et des plus compétents : que peut-on demander de mieux?

Dr J. BERGONIÉ,

Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

De Rothschild (Dr H.), *Médecin en chef de la Polyclinique H. de Rothschild.* — **Traité d'Hygiène et de Pathologie du Nourrisson et des Enfants du premier âge,** publié sous la direction du Dr H. DE ROTHSCHILD. — Tome II, avec 127 figures et 22 planches (Prix : 15 fr.). O. Doin, éditeur. Paris, 1905.

Il y a quelques mois, la *Revue générale des Sciences* présentait à ses lecteurs le tome I du *Traité d'Hygiène et de Pathologie*, publié sous la direction de H. de Rothschild. Le tome II vient de paraître. Il comprend huit parties :

Pierre Bonnier étudie les maladies du nez, du larynx et de l'oreille; Péchin, les maladies des yeux; Gastou, l'hygiène et la pathologie cutanées; Perret, les maladies du cœur; Kahn, les maladies du foie et de la rate; Marcel Deschamps, les maladies du péritoine. Les maladies de l'appareil respiratoire font l'objet de travaux de la part de Roques, Audion, Brunier, M. Perret et P. Ehrhardt.

L'ensemble de ces études forme un gros volume, excellente mise au point de ces importantes questions de Pathologie.

L'hygiène et la pathologie du nourrisson méritent une place à part en médecine, car les maladies de l'enfant se répercutent sur toute la vie de l'individu, retentissent souvent sur toute la race à venir. C'est rendre service au corps médical que de publier un bon traité concernant cette pathologie.

Dr P. DESFOSSES.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Avril 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Eug. Fabry** signale des fonctions entières, de genre p et $p-1$, dont la différence est constante. — **M. P. Zervos** étudie le problème de Monge dans le cas de quatre variables. — **M. Belzecki** donne la solution du problème de l'équilibre d'élasticité des voûtes en arc de cercle. — **M. L. Torres**, étudiant la stabilité longitudinale des ballons dirigeables, arrive à des résultats différents de ceux du **Cⁱ Renard**; d'après lui, par l'emploi du ballonnet de poupe, on diminue le poids dont on peut disposer dans la nacelle et, en même temps, on fait monter le centre de gravité du système, ce qui est nuisible au point de vue de la stabilité. — **M. H. Poincaré** présente le Rapport de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur. Les observations ont subi d'assez grands retards par suite des conditions météorologiques défavorables et de l'état de santé du personnel; mais il y a lieu de prévoir qu'elles seront terminées vers le milieu de 1906. — **M. H. Deslandres**, à propos des essais de **M. Hansky** pour photographier la couronne solaire, en dehors des éclipses totales, au sommet du Mont-Blanc, pense qu'on n'a pas réduit au minimum un obstacle important: la lumière diffuse de l'appareil, et propose un dispositif qui écarte complètement la lumière du disque. — **MM. Rambaud et Sy** présentent leurs observations de la comète Giacobini (1905 a) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — **M. A. Hansky** a fait des observations actinométriques au sommet du Mont-Blanc en août et septembre 1904; il en déduit pour la constante solaire la valeur 3,23 cal.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. A. Leduc** a constaté qu'en faisant cristalliser du bismuth dans le champ magnétique, chaque cristal tend à s'orienter, au moment de sa formation, comme il le ferait ensuite s'il était isolé; le champ détermine donc, dans sa propre direction, un tassement maximum, c'est-à-dire un maximum de perméabilité. — **M. P. Massoulier** montre que l'ionisation des flammes dépend non seulement de la température, mais aussi des réactions chimiques qui s'y produisent. — **M. M. Chanoz** a constaté l'existence d'une différence de potentiel au contact des dissolutions miscibles d'électrolytes. Cette différence est d'autant plus grande que la surface de séparation est plus nette. — **M. N. Egoroff**, ayant soumis du quartz incolore à l'action des rayons du radium, y a observé ensuite un dichroïsme identique à celui qu'on observe ordinairement dans le quartz enfumé. Le quartz naturel à stries enfumées, chauffé, présente de son côté des phénomènes thermo-électriques. — **M. V. Crémieu** décrit un dispositif auto-amortisseur applicable aux mouvements pendulaires et oscillatoires. Il consiste en principe en un second pendule, disposé à l'intérieur du premier. — **M. Em. Touchet** présente une photographie d'éclair montrant une incandescence de l'air environnant. D'après lui, il faut attribuer à l'incandescence des gaz de l'air la lueur continue qui persiste quelques instants après certains éclairs. — **M. Th. Moureaux** a observé au Val-Joyeux, le 4 avril, jour du grand tremblement de terre de Lahore aux Indes, des variations de l'aiguille aimantée qui semblent en rapport direct avec ce phénomène. — **M. F. Wallerant** a obtenu, par fusion de mélanges d'azotates de thallium et d'ammonium, et refroidissement, trois séries de cristaux. — **M. R. de**

Forcrand a déterminé la chaleur de formation de l'hydruure de sodium; elle est de 16 cal. à partir de H^2 et Na solides: c'est la valeur de l'acidité de la molécule d'hydrogène solide. — **M. M. Guédras** a constaté la formation d'éthers de la glycérine lorsqu'on met en contact la glycérine et l'acide acétique en présence de caséine; ce dernier corps paraît jouer un rôle catalytique. — **MM. R. Lespieau et Chavanne** ont préparé à l'état liquide l'allène $CH^2 : C : CH^2$ et l'allylène $CH : C.CH^2$ isomères; le premier fond à -146° et bout à -32° ; le second fond à -110° et bout à $-23^\circ,5$. — **M. A. Frébault** a hydrogéné le benzonitrile et le paratolunitrile en présence de nickel réduit vers 250° . Avec le premier, on obtient la mono- et la di-benzylamines; avec le second, il se forme des μ -méthylbenzylamines. — **MM. L. Vignon et A. Simonet** ont préparé une série de composés diazoaminés nouveaux par copulation de divers dérivés diazoïques avec la diphenylamine. Ces diazoaminés secondaires se transforment par transposition moléculaire en azoïques; soumis à l'action des acides, ils dégagent leur azote diazoïque avec formation d'un phénol et d'une amine secondaire. — **M. A. Kling** a mis en évidence l'existence de deux hydrates $C^2H^2O^2.H^2O$ et $C^2H^2O^2.2H^2O$ dans les solutions aqueuses d'acétol; il paraît également se former des hydrates à 1 et à 5,5 H^2O . — **M. P. Lebeau**, en faisant réagir le sodammonium sur les composés halogénés monosubstitués des carbures forméniques, a obtenu les carbures correspondants. — **M. A. Perrier** a étudié la formation et le rôle des matières grasses chez les Champignons. Leur formation n'est pas en relation directe avec la nature de l'aliment ternaire offert à la plante; l'alcool le produit au même titre que les hydrates de carbone. Ce sont donc des produits de synthèse complexe, formés par l'intermédiaire de la matière albuminoïde elle-même. — **MM. R. Lépine et Bould** ont constaté que le temps de réduction de l'oxyhémoglobine du sang ne varie pas par la dilution; il est très augmenté par l'anémie et par l'anesthésie chloroformique; il n'a pas varié dans plusieurs infections. — **MM. M. Piettre et A. Vila** montrent que l'oxyhémoglobine cristallisée de Hoppe-Seyler possède un spectre à trois bandes; la matière colorante du sang, dès qu'elle est mise en liberté, n'est plus identique à ce qu'elle est dans le complexe globulaire. — **M. F. Maignon** a reconnu que l'alcool et l'acétone se rencontrent à l'état normal, d'une façon constante, dans tous les tissus de l'organisme, dans le sang et dans l'urine; ce sont des produits normaux de l'économie. — **MM. L. Hugouenq et A. Morel** ont préparé l'hématogène aussi pur que possible par la méthode de Bunge; ils lui ont trouvé la composition suivante: C 43,5; H 6,9; Az 12,6; P 8,7; Fe 0,455; Ca 0,352; Mg 0,126; S, traces; O 27,367. — **MM. A. Fernbach et J. Wolf** montrent que l'état de liquéfaction de l'amidon joue un rôle très important dans sa saccharification par les diastases.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Chauveau** présente ses recherches sur le mode de formation de l'image accidentelle et l'influence que le conflit de cette image avec l'image primaire exerce sur l'éclat et la visibilité des objets. — **M. Th. Lullin** a observé qu'en fixant attentivement un petit carré de papier noir fixé sur un écran phosphorescent, on le voit disparaître complètement; une légère déviation du regard le fait aussitôt reparaître. — **M. A. Charrin** a étudié expérimentalement l'influence des dyscrasies acides; elles abaissent la résistance de l'organisme aux infections. — **MM. L. Lapique et P. Girard** ont reconnu que la formule de Dubois

$E = cS^2$, qui exprime le poids de l'encéphale en fonction du poids du corps chez les Mammifères, s'applique aux Oiseaux; $r = 0,56$. — **M. R. Perrier** a constaté qu'il n'existe, chez les Edentés tardigrades, aucune connexion entre les organes génitaux et la région inguinale; il n'y a ni repli, ni ligament inguinal. Les Edentés se sont probablement séparés de la souche commune des Mammifères avant que ne se soit établi le processus de la descente des testicules. — **M. E. L. Bouvier** donne la description des Pénéides et des Sténopides capturés dans l'Atlantique oriental par les Expéditions françaises et monégasques. — **M. G. Bonnier** a étudié les plantes du plateau des Nilghirris (Indes). Ce plateau n'est pas à une assez grande altitude pour que les végétaux y acquièrent tous les caractères des plantes de la région alpine; mais ils ont cependant certains caractères alpins. D'autre part, le climat tempéré du plateau permet aux plantes cultivées de nos contrées de s'y développer et de s'y reproduire. — **M. H. Jumelle** décrit une nouvelle Euphorbe à caoutchouc de Madagascar, qu'il nomme *E. elastica*. Un litre de latex donne, au moins, 320 grammes de caoutchouc. — **M. P. Becquerel** a observé que le chloroforme agit sur les graines sèches en dissolvant les matières grasses de la cellule et en produisant une plasmolyse et une contraction du protoplasma et du noyau. — **M. A. Lacroix** montre que la considération des enclaves homogènes des roches volcaniques d'une province pétrographique donnée a une importance capitale pour l'histoire du magma dont elles proviennent les unes et les autres. — **M. C. G. S. Sandberg** considère le granite des Alpes occidentales comme étant d'âge oligocène; il se base pour cela sur l'étude des blocs exotiques des Klippe qui sont de la même nature que le granite des Alpes. — **M. Grand-Eury** présente ses recherches sur les *Rhabdocarpus* et sur l'évolution des Cordaïtes.

Séance du 17 Août 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. M. Mason** présente ses recherches sur l'équation différentielle $y'' + \lambda A(x)y = 0$. — **M. R. Liouville** cite de nouveaux exemples montrant que la vitesse de combustion des poudres est bien proportionnelle à la puissance deux tiers de la pression; si l'on suppose que cette vitesse est proportionnelle à la pression elle-même, les écarts entre les résultats théoriques et expérimentaux sont beaucoup plus élevés. — **M. Pigeaud** montre que, lorsqu'un arc est associé à un longeron par des montants verticaux articulés, on peut l'assimiler, dans la pratique, à un arc de même nature, considéré isolément, ayant une section et un moment d'inertie différents. — **M. Alb. Bazin** étudie la théorie du vol à voile et montre que, pour s'élever dans le vent, l'aéroplane voilier, quelle que soit sa trajectoire, doit toujours venir dans le vent relatif. — **M. Bertin** présente quelques considérations sur le principe des navires à flottaison cellulaire. — **M. F. Rossard** adresse ses observations de la nouvelle comète Giacobini (1905 a) faites à l'Observatoire de Toulouse.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. L. Houllé** a constaté que les pellicules transparentes de fer ionoplastique, placées dans un champ magnétique perpendiculaire à leur plan et traversées normalement par de la lumière polarisée, forment une vibration rectiligne en une vibration elliptique dont le grand axe est incliné sur le plan de la vibration incidente. — **MM. J. de Kowalski** et **P. Joye**, étudiant le spectre d'émission de l'arc électrique à haute tension, ont observé l'existence de vapeurs métalliques aux environs de la cathode et cela dans un état et à une température analogues à ceux qu'on trouve dans le cône d'une flamme à gaz. — **M. G.-A. Hemsalech** propose un nouveau dispositif pour l'étude des étincelles oscillantes, basé sur l'emploi d'un courant d'air qui sépare les oscillations. L'inclinaison des oscillations sur la direction du courant d'air permet de mesurer la vitesse des particules d'azote qui transportent le courant; pour une fréquence de 27.400, cette vitesse est de 29 mètres par seconde.

— **M. L. Benoist** décrit une méthode et un appareil de dosage de l'électricité pour les applications médicales de l'électricité statique. Un électro-densimètre, composé d'un électromètre et d'un disque d'épreuve, donne la densité électrique en franklins par centimètre carré (3×10^9 franklins = 1 coulomb.). — **MM. Hauger** et **Pescheux** présentent un avertisseur de la présence de gaz d'éclairage ou de grisou; il est formé d'une balance de précision, en équilibre dans l'air ordinaire, et qui s'incline dans un air de composition différente en mettant en mouvement une sonnerie. — **M. Guinchant** a constaté que la cristallo-luminescence de l'acide arsénieux en solution dans HCl est un cas de tribo-luminescence; le dissolvant n'a d'autre influence que de permettre la formation de cristaux non cubiques, seuls tribo-luminescents par leur transformation en cristaux cubiques. — **M. F. Bodroux**, en faisant tomber du carbonate neutre d'éthyle dans de l'éther tenant en dissolution le dérivé magnésien de l'aniline, a obtenu la phényluréthane correspondante. Les autres amines aromatiques se comportent de même. — **M. H. Bierry** a constaté que le suc pancréatique de jeunes chiens à la mamelle ne contient pas de lactose; le suc pancréatique de la chienne en lactation ne renferme pas de ferment soluble capable d'hydrolyser le sucre du lait. — **M. F. Maignan** a reconnu que les muscles, prélevés sur un animal vivant et placés dans des conditions permettant leur survie, produisent de l'alcool et de l'acétone; mais, tandis que l'acétone va constamment en augmentant, l'alcool augmente pendant les premiers jours et diminue ensuite. — **MM. F. Bordas** et **Touplain** proposent l'emploi de la centrifugation (2.000 tours à la minute) pour l'épuisement successif de la matière grasse par l'éther et du sucre par l'eau dans l'analyse des cacao et des chocolats. La même méthode permet des économies considérables de temps dans l'analyse du lait. — **M. E. Nicolas** propose de rechercher comme suit le formol dans le lait: Précipiter la caséine par l'acide acétique ou lactique, et filtrer; ajouter au filtrat quelques cristaux d'amidol et boucher le tube: une belle fluorescence verte indique la présence de formol; la réaction est sensible au 1/500.000°. — **M. J. Dumont** expose sa méthode pour l'analyse minéralogique des terres arables.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Laveran** préconise, dans l'infection due au *Trypanosoma gambiense*, la méthode thérapeutique suivante: traitements successifs à huit ou dix jours d'intervalle, chaque traitement comportant une forte dose d'acide arsénieux et une forte dose de trypanroth en injections. Trois ou quatre traitements ont suffi pour guérir deux singes. — **M. Cluzet** a recherché la durée de l'excitation des nerfs par la quantité minimum d'énergie chez l'homme et se propose d'employer ces valeurs au diagnostic de certains cas pathologiques. — **MM. A. Charrin** et **Moussu** ont constaté que la rate exerce sur la foie une indéniable action, qui consiste essentiellement dans une fonction biligénique. — **M. A. Frouin** a reconnu que l'action excitante du suc intestinal sur la sécrétion entérique n'est pas due à la sécrétine. La sécrétine ne saurait exister dans la sécrétion spontanée de l'intestin. — **M. H. Courière** a déterminé quelques Crustacés recueillis avec le filet à grande ouverture dans les campagnes de la *Princesse Alice*. — **M. C. Gerber** a étudié la fausse cloison des Crucifères. Elle est constituée, pour lui, par la concrescence de deux carpelles placentaires avec ce qui reste de l'axe floral (tissu parenchymateux le plus généralement), concrescence se produisant dans la portion de la région de la nervure médiane de ces feuilles carpellaires qui contient les faisceaux inverses.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 18 Avril 1905.

M. R. Brunon estime que la valeur nutritive du lait doit se mesurer, non par l'expérimentation ou par

l'analyse du lait, mais par l'état des nourrissons qui le reçoivent. Le lait de vache stérilisé à l'autoclave à 102° pendant quarante-cinq minutes conserve sa valeur nutritive. La suralimentation est la cause fréquente des accidents d'entérite. — M. Suarez de Mendoza donne lecture d'un Mémoire sur le traitement des corps étrangers de l'oesophage. — M. Moty lit une observation de péritonite par étranglement interne; laparotomie, colotomie, guérison.

Séance du 23 Avril 1905.

M. A. Laveran présente un Rapport sur un Mémoire de MM. L. Martin et J. Girard relatif à un cas de trypanosomiase chez un blanc. Il s'agit d'un missionnaire ayant vécu au Congo; il présentait la plupart des symptômes de la maladie du sommeil. L'examen du sang et du liquide cérébro-spinal montra des *Tr. gambiense* peu nombreux, qui, inoculés aux animaux, amenèrent généralement la mort. Le malade reçut des injections d'acide arsénieux; mais, ayant quitté l'hôpital pour la campagne, son état s'aggrava et il succomba rapidement. — MM. Mosny et Malloizel donnent lecture d'une Note sur une forme d'encéphalopathie saturnine consistant en une méningo-encéphalite saturnine aiguë précoce. — M. Leredde lit une Note sur la radiothérapie dans le traitement de l'eczéma. — M. Mirovitch communique un travail intitulé: Quelques considérations sur l'influence nocive de la vélocipédie et de l'automobilisme sur la vision et les moyens d'y remédier.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 8 Avril 1905.

MM. M. Caullery et F. Mesnil décrivent deux Haplosporidies nouvelles, parasites de poissons marins, pour lesquelles ils créent le genre nouveau *Ichthyosporidium*. — MM. A. Gouin et P. Andouard ont administré du vanadate de soude à une génisse à la dose de 8 milligrammes par 100 kilogs et à dix jours d'intervalle; l'effet a été une diminution rapide du poids et de la croissance. — MM. A. Railliet et A. Henry ont étudié un Nématode recueilli dans des tumeurs du gros intestin d'un noir africain. C'est un Scélérostomien nouveau, que les auteurs nomment *Æsophagostomum Brumpti*. — M. Ch. Porcher a constaté que la bilirubine est le pigment principal de la bile de bœuf et qu'elle coexiste toujours à côté de la biliverdine quand bien même la bile est devenue franchement verte. Les pigments biliaires résistent à la putréfaction et peuvent encore être décelés avec netteté dans la bile putréfiée par la réaction de Gmelin. L'auteur indique la meilleure manière d'observer cette dernière. — M. Léopold Lévi considère la faim comme la sensation consciente d'un appel adressé, suivant un mode paroxysmique, au centre général de régulation de l'activité diastasique nutritive de l'organisme. — M. C. França a étudié la constitution et le mode de formation des nodules rabiques chez le renard inoculé avec le virus de la rage. — M. A. Frouin a reconnu que la sécrétion abondante obtenue dans les premiers temps après avoir pratiqué une fistule duodénale correspond à la sécrétion physiologique. — M. J. Krassiltschik a étudié une affection parasitaire des Lépidoptères produite par un sporozoaire nouveau, qu'il nomme *Microklossia prima*. — MM. M. Doyon, A. Morel et G. Péju proposent de doser le fibrinogène en acidifiant le plasma fluoré par l'acide acétique. Ils ont extrait du foie privé de sang, par une solution de NaCl, une substance albuminoïde qu'ils n'ont pu jusqu'à présent différencier du fibrinogène sanguin. — MM. P. Carnot et A. Chassevant ont constaté que l'estomac ne paraît retenir que difficilement l'albumine liquide; par contre, il retient remarquablement l'albumine solide. — M. Laignel-Lavastine a observé que la méthode d'imprégnation argentine de Ramon y Cajal met en évidence avec une très grande éléction les grosses cellules

cylindriques des cordons médullaires des surrénales du chien, du lapin et du cobaye. — MM. H. Lamy et A. Mayer ont déterminé les variations de concentration de quelques éléments de l'urine à la suite d'injections intra-veineuses des divers cristalloïdes. — MM. L. Lapique et P. Girard: Poids de l'encéphale en fonction du poids du corps chez les Oiseaux (voir p. 438). — M. et M^{me} L. Lapique, répondant aux critiques de M. Hoorweg, montrent que la loi d'excitation électrique figurée par la quantité en fonction de la durée est bien une courbe concave vers l'axe des x. — MM. Edm. et Et. Sergent ont examiné le sang de 82 *Rana esculenta* algériennes; en hiver, il était toujours indemne; en été, il contenait, chez la plupart, des Hématozoaires. — Les mêmes auteurs ont trouvé des embryons de Filaire dans le sang du dromadaire. — Enfin, ils ont capturé à Biskra un Culicide nouveau, qui y est très commun, et qu'ils nomment *Grabhamia subtilis*.

Séance du 15 Avril 1905.

M. D. Voinov estime que la fonction de défense de la glande interstielle est limitée surtout à la protection de la glande et de la fonction génitales. — M. H. Cristiani et M^{me} S. Frigoff ont constaté qu'il serait dangereux d'employer la subcutine comme anesthésique local dans la pratique chirurgicale des greffes thyroïdiennes, car cette substance provoque de graves lésions dans les tissus greffés. — MM. G. Linossier et G.-H. Lemoine ont observé la disparition de l'oligurie orthostatique normale chez la femme enceinte et l'apparition d'une oligurie clinostatique; cela tient à ce que, chez elle, le rein se trouve dans des conditions statiques plus défavorables quand elle est couchée que quand elle est debout. — MM. Levaditi et Sevin ont étudié l'influence des sérums normaux des Mammifères et des Oiseaux sur le *Trypanosoma pallidum*; seul, celui du rat est doué de qualités immobilisantes et lytiques manifestes. Le mécanisme de l'immunité naturelle vis-à-vis du trypanosome chez ce dernier se distingue nettement du mécanisme des cobayes et des souris, qui sont également réfractaires. — M. E. Nicolas: Recherche du formol dans le lait (voir p. 439). — M. F. Cathelin présente un nouveau cytoscope à air, sans partie optique, à lampe renversée au plafond. — M. H. Bierry estime qu'on ne peut affirmer la présence de la lactase dans un liquide que pour un doublement de lactose ajouté supérieur ou égal à 20‰. Il n'a pu déceler la présence de lactase dans le suc pancréatique du chien. — M. A. Frouin: Action du suc intestinal sur la sécrétion entérique (voir p. 439). — M. M. Doyon montre que la disparition du fibrinogène et l'incoagulabilité du sang après l'ingestion du chloroforme ne se produisent que si le foie est nécrosé. — MM. M. Doyon, A. Morel et N. Kareff ont reconnu que l'action du tissu pulmonaire empêche la coagulation du sang. — MM. A. Gilbert et P. Lereboullet signalent plusieurs cas de cirrhose biliaire d'origine éberthienne. — M. L. Nattan-Larrier a étudié cytologiquement les pleurésies cancéreuses; elles se caractérisent par la présence de bourgeons cellulaires polymorphes, de cellules réfringentes vacuolaires, irrégulières, à noyaux multiples, l'absence des éosinophiles. — M. L. Lévi montre que les viciations de la faim dépendent de l'intoxication du centre bulbaire régulateur des actions diastasiques nutritives. — MM. A. Mayer et G. Stodel ont constaté qu'à la suite des injections d'argent colloïdal dans le sang les granulations d'argent n'apparaissent que dans les cellules rénales vivantes et disparaissent peu à peu; elles sont localisées dans le protoplasma cellulaire des tubes contournés et des branches ascendantes. — M. G. Bohn signale de nouveaux exemples de mouvements rotatoires d'origine oculaire chez les Annélides, les Gastéropodes, les Crustacés et les Poissons. Chez les Crustacés, en particulier, les mouvements rotatoires sont assez variés et se produisent avec une extrême facilité sous la simple influence d'un éclaircissement inégal des deux yeux.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 4 Avril 1905.

MM. Ch. Pérez et E. Gendré décrivent un procédé de coloration de la névroglie chez les Ichthyobdelles et les résultats de l'examen des coupes ainsi traitées. — MM. Lafite-Dupont et Maupetit ont constaté que les variations de pression des liquides labyrinthique et céphalo-rachidien sont accompagnées d'un mouvement en sens direct de la pression artérielle. — MM. J. Bergonié et L. Tribondeau ont reconnu que les testicules rendus aspermatogènes par l'action des rayons de Röntgen restent aspermatogènes. — MM. J. Sabrazès et J. Bonnes ont fait l'examen du sang dans l'acromégalie; il ne s'écarte de la normale que par une diminution légère du taux de l'hémoglobine, par une faible leucocytose et par une lymphocytose relative et absolue très marquée. — MM. J. Sabrazès et L. Muratet signalent l'extrême vitalité de l'*Anguilla vulgaris* dans l'eau stagnante où se sont développées un grand nombre d'algues vertes.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 11 Avril 1905.

MM. Oddo et Rouslacroix ont observé chez les convaléscent l'évolution d'une mononucléose typique et constante, qu'ils désignent sous le nom de mononucléose de convalescence. — M. A. Billet montre que la forme particulière de l'hématozoaire du paludisme décrite récemment par MM. Sargent est une forme hémogrégarinienne, qui constitue le trait d'union entre les *Hemamoba* et les Hémogrégarines. — M. C. Gerber a reconnu que le pétale des fleurs normales de Crucifères est l'état réduit d'un phyllome trilobé dont les deux lobes ne sont plus représentés chacun que par un faisceau longeant les bords voisins du sépale médian et du sépale latéral entre lesquels le troisième lobe se développe en pétale. Chez les Giroflées doubles, les trois lobes du phyllome pétales sont bien développés. — M. G. Quintaret a observé une Cercaire parasite nouvelle sur le *Barlecia rubra*.

M. Imbert est élu membre titulaire de la Réunion.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 11 Avril 1905.

M. R. Maire admet que la première et la seconde division du noyau secondaire de la baside, chez les Basidiomycètes, sont respectivement, au même titre que les divisions correspondantes de l'asque, une mitose hétérotypique et une mitose homotypique. — MM. L. Richon et P. Jeandelize décrivent trois cas d'insuffisance thyroïdienne expérimentale fruste chez le lapin. — M. Th. Guilloz montre que le produit du numéro de l'oculaire par le produit du numéro de l'objectif du microscope doit être supérieur à 6.000 fois l'ouverture numérique de l'objectif pour pouvoir bénéficier dans l'observation de tout le pouvoir séparateur de l'instrument. — M. Gault communique ses recherches anatomiques sur les régions glottique et sous-glottique du larynx de l'homme.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Avril 1905.

M. A. Pérot indique le principe de deux instruments nouveaux du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers: 1° Un manomètre absolu permettant la mesure de pressions de 24 kilogs. C'est un manomètre à branches multiples (fig. 1), dans lequel les branches où le mercure s'abaisse présentent des renflements cylindriques a_1, a_2, \dots , à la partie inférieure, et les autres des renflements b_1, b_2, \dots , à la partie supérieure. Les robinets R_1, R_2, \dots , permettent de mettre en court-circuit

chacune des branches; une colonne à air libre termine l'instrument. L'appareil est rempli de mercure et d'huile de vaseline de façon qu'à l'état de repos le mercure remplisse les renflements inférieurs. Une canalisation permet d'évacuer l'huile dans un récipient spécial V. Deux vases m_1 et n_1 contiennent du mercure et de l'huile, de sorte que le gaz comprimé ne soit pas en contact avec l'huile.

Soit P la pression à déterminer, H sa mesure en colonne d'un liquide dont la densité serait la différence entre la densité d du mercure et celle δ de l'huile. Soit h la différence de niveau de deux renflements et supposons qu'on ait: $H = Ph + h'$, avec $h > h'$. On fermera p robinets de court-circuit, R_n étant ouvert, et l'on fera agir graduellement la pression. Le mercure se dénivelera et l'huile se déversera dans le vase V; quand le mercure apparaîtra dans les vases b ,

on fermera R_n : la colonne à air libre se dénivelera et l'équilibre sera atteint quand on aura, en désignant par les petites lettres les niveaux des liquides dans les renflements correspondants et par le symbole (a_p, a_{p+1}) la différence de hauteur entre les niveaux a_p et a_{p+1} : $P = (n_1, m_1)d + (a_1, n_1)\delta + (b_1, a_1)d + (a_2, b_2)\delta + (n, a_n)d$. On aura alors des niveaux mercuriels dans des vases larges de section S et une colonne à air libre de petite section s . Imaginons que la pression vienne à varier: les niveaux des vases larges varieront de ϵ , la colonne à air libre variant de q , tels que $\epsilon S = qs$, et la mesure de la variation de la pression sera approximativement $\epsilon\delta + qd$ ou

$$q \left[p \frac{s}{S} (d - \delta) + d \right].$$

Dans l'instrument actuel $\frac{s}{S} = 0,021$. On voit que la variation de pression sera presque intégralement indiquée par la colonne à air libre seule; c'est la propriété principale de l'instrument, qui permet de ne lire qu'une fois dans le cours d'une série d'opérations les niveaux du mercure dans les vases larges et de se borner à observer la colonne à air libre: la sensibilité pour les variations de pression est la même, à peu de chose près, que si l'on avait une colonne unique. L'appareil a été construit par la maison Bourdon. 2° Appareil à vérifier les sextants. Le sextant est un appareil délicat, dont les indications sont sujettes à caution parce qu'il ne possède qu'un vernier. Celui-ci donne les dix secondes. Or, il est facile de se rendre compte, par l'étude des erreurs d'excentricité, que cette précision est illusoire. Il suffit de quelques centièmes de millimètre d'erreur sur la position du centre de l'alidade pour amener des erreurs d'une minute. Des erreurs peuvent venir aussi des flexions résultant de la légèreté de la construction. L'appareil vérificateur permet de déterminer les écarts entre les rotations du miroir et les angles lus sur l'alidade. La méthode consiste, l'instrument étant tenu par sa poignée, c'est-à-dire dans les conditions même de son emploi, à faire tourner le miroir du sextant d'angles lus sur l'alidade, de copier ces angles par une méthode optique et de les mesurer. Le cercle de l'appareil vérificateur peut être lié à un prisme à 5 faces dont les arêtes sont parallèles à l'axe, qui, d'ailleurs, peut tourner indépendamment de lui et qui est destiné à faire le tarage de l'instrument. Une lunette

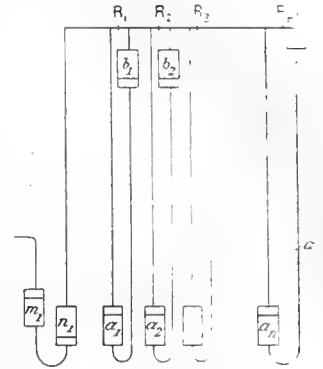


Fig. 1. — Schéma du manomètre à branches multiples du Laboratoire d'essai du Conservatoire des Arts et Métiers.

autocollimatrice permet d'orienter les faces du prisme. Cette méthode est générale et se prête à la vérification de tous les cercles, à condition qu'on puisse déplacer le prisme indépendamment du cercle ou de l'alidade, et ceci est toujours réalisable. La lunette peut être indépendante du cercle; il suffit qu'elle soit stable. L'appareil a été construit par M. Jobin. — **M. de Kowalski** : *Sur le spectre d'émission de l'arc électrique à haute tension.* A la séance du 9 février 1904, l'auteur a présenté les résultats de ses expériences sur l'arc électrique jaillissant entre électrodes métalliques à haute tension et démontré qu'il existait un accord entre ces expériences et la théorie de M. Stark. D'après M. Stark, l'arc électrique commence à se produire au moment où la température de la surface de la cathode est assez haute pour produire une sorte d'évaporation du métal de la cathode. On pouvait donc s'attendre à ce qu'aux environs de la cathode l'aspect du spectre lumineux de l'arc influencé par les vapeurs métalliques serait différent du spectre aux environs de l'anode. Il était aussi très intéressant d'étudier l'influence qu'aurait l'intensité du courant dans l'arc sur l'aspect de ce spectre. L'auteur a entrepris dans ce but de nouvelles expériences dont il présente ici les résultats. N'ayant pas à sa disposition des machines à courant continu à haute tension, il a été obligé d'employer à leur place des bobines d'induction. Pour obtenir un arc jaillissant entre électrodes métalliques avec l'anode et la cathode nettement définies, il faut que le courant d'une bobine soit suffisamment dissymétrique, mais il est facile d'y arriver en employant un interrupteur approprié. Ce sont surtout les interrupteurs rotatifs à turbine avec jet de mercure qui répondent le mieux aux conditions de l'expérience. Cet interrupteur a l'avantage de permettre d'employer des courants très intenses et de mesurer exactement le nombre d'interruptions. Les photographies des spectres ont été obtenues au moyen d'un spectrographe à lentille de quartz et à prisme de Cornu. Voici quelle était la disposition des expériences : A une distance d'environ 20 à 25 centimètres de la fente du spectrographe était placé le spectro-déflagrateur avec des électrodes en cadmium ou en zinc. Le spectro-déflagrateur était relié au secondaire de la bobine d'induction, la distance des électrodes était d'environ 15 millimètres. Dans ces conditions, on obtenait une décharge à arc avec environ 20 interruptions par seconde et un courant de 6 ampères dans la bobine primaire. Pour avoir un spectre de comparaison, on mettait une batterie de condensateurs, de 0,003 microfarad de capacité, en parallèle avec le déflagrateur. La décharge se transformait alors en décharge oscillante par étincelles. Le spectre de cette dernière décharge est suffisamment connu, grâce aux belles recherches de M. Hemsalech, et pouvait être employé comme spectre de comparaison. Les résultats obtenus ont confirmé les prévisions. Les photographies présentent d'abord un spectre à bandes dues aux vapeurs nitreuses qui se forment dans l'arc. Mais, du côté de la cathode, en haut, on remarque, en outre, de fortes *lignes coupées*, dues au métal formant la cathode. Ces lignes apparaissent exclusivement à la cathode. On l'a vérifié en inversant le courant. Elles apparaissent alors au bas du cliché. La longueur de ces lignes dépend de l'intensité du courant dans l'arc. En augmentant l'intensité, certaines lignes traversent toute la hauteur du spectre en s'élargissant du côté de la cathode. L'étude de la position de ces *lignes coupées* donne des résultats intéressants. Pour le cadmium, on observe les lignes suivantes :

5086		
6800		
6678		
3610	} une double	3466
3613		3467
3404		
3261		

Pour le zinc :

4811	
4722	
4180	
3345	une double
3303	une double
3282	
2075	

Or ces lignes se trouvent être celles mêmes que M. de Wateville avait trouvées dans son remarquable travail sur les spectres des flammes. Elles sont identiques avec les lignes caractéristiques pour le spectre des métaux évaporés dans le cône de la flamme. Il y a lieu de remarquer que la ligne 3282, très faible dans la flamme du zinc, apparaît d'une manière très nette dans le spectre de l'auteur. Tous ces faits démontrent donc définitivement l'existence des vapeurs métalliques aux environs de la cathode, et cela dans un état et à une température analogues à ceux que l'on trouve dans le cône d'une flamme à gaz.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 9 Février 1905.

Sir N. Lockyer et **M. F. E. Baxandall** : *Sur la ligne stellaire située près de λ 4686.* Dans ce Mémoire, les auteurs attirent l'attention sur une ligne très distincte, d'origine inconnue, qui apparaît dans une des photographies du spectre de l'hélium près de λ 4686. Il est démontré qu'une ligne très apparente voisine de la même longueur d'onde se trouve dans le spectre de la chromosphère, des nébuleuses, des étoiles à lignes brillantes, de certaines étoiles d'Orion, et dans ζ Puppis; le Professeur Pickering a, d'ailleurs, trouvé que le spectre de cette dernière étoile contient une nouvelle série de lignes qu'il considère comme appartenant à l'hydrogène. La longueur d'onde moyenne de la ligne stellaire, comme cela découle des observations utilisables déjà publiées, paraît concorder très étroitement avec la longueur d'onde de la ligne trouvée dans le spectre de laboratoire, et les auteurs en concluent que l'identité des deux lignes est probablement réelle. Rydberg a démontré que la ligne située près de λ 4686 est la première ligne dans la série principale de l'hydrogène, et les auteurs de ce Mémoire considèrent que cette ligne étrange du spectre de l'hélium est probablement la même ligne. Cependant, ils ne peuvent indiquer aucune raison pour son apparition dans une seule des nombreuses photographies du spectre de l'hélium prises à Kensington. — **Sir N. Lockyer** et **M. F. E. Baxandall** : *Note sur le spectre de μ Centaure* : Dans cette Note, les auteurs donnent une analyse de quelques-unes des lignes brillantes du spectre de μ Centaure. Cette étoile n'étant pas observable à Kensington, une excellente reproduction, due au Professeur Pickering, a été employée comme base pour l'analyse. Les lignes brillantes principales appartiennent à l'hydrogène, comme Pickering et d'autres savants l'ont indiqué. Pour les lignes brillantes secondaires, on n'a jusqu'à présent suggéré aucune origine. Dans cette Note, les auteurs montrent que la principale des lignes brillantes secondaires concorde très exactement par sa position avec la plus forte des lignes élargies du fer. Il en résulte que les lignes stellaires et terrestres ont probablement une origine identique. Les mêmes lignes sont visibles dans le spectre des Novae à leur origine. — **Sir N. Lockyer** et **M. F. E. Baxandall** : *Le spectre d'arc du scandium et ses rapports avec les spectres célestes.* Ce Mémoire contient un rapport sur les lignes du spectre d'arc de l'élément rare le scandium entre λ 3900 et λ 5720. La photographie employée pour la réduction a été prise au moyen d'un grand réseau concave de Rowland, ayant une surface de $14\frac{1}{2} \times 5$ cm., et un rayon de 9,45 m. L'échelle de la photographie est telle que la distance entre K et D est de 77 cm., ce qui équivaut à 2,6 dixièmes de mètre par millimètre. Les auteurs donnent une analyse des lignes en ce qui concerne leur apparition.

dans le spectre de Fraunhofer. Ils montrent que presque toutes les lignes les plus fortes existent comme lignes solaires, mais la grande majorité des lignes plus faibles que l'intensité 6 (intensité maximum 10) manquent dans le spectre solaire. De courtes indications sont aussi données sur les relations des lignes d'arc du scandium avec les lignes des spectres de la chromosphère, des taches solaires et des étoiles. Les plus fortes lignes du scandium sont spécialement prédominantes dans le spectre chromosphérique, les mêmes lignes étant apparentes dans le spectre stellaire du type Polarien (par ex. γ Cygni). Dans le type Cygnien stellaire plus élevé (α Cygni), les lignes les plus fortes du scandium sont présentes, mais faibles. Aux degrés encore plus élevés des spectres stellaires, les lignes du scandium font défaut. En ce qui regarde les spectres des taches solaires, on trouve que la seule ligne solaire du scandium (λ 5672,047) indiquée par Rowland dans la région F à D est presque toujours bien marquée et elle se présente souvent parmi les douze lignes les plus élargies enregistrées à Kensington dans les spectres de taches. — **Sir William Crookes** : *Sur l'eupropium et son spectre ultra-violet*. Exner et Haschek ont mesuré les longueurs d'onde des lignes de l'eupropium sur un échantillon fourni par Demarçay. Une comparaison de leurs lignes avec celles de l'auteur montre que la substance n'était sûrement pas pure. L'europine d'Urbain n'est pas tout à fait aussi exempte d'impuretés que sa gadoline. L'auteur a pu découvrir les lignes suivantes dans les photographies qu'il a prises. Le gadolinium est représenté par des lignes très faibles : 3450,55; 3481,99; 3585,10; 3646,36; 3654,79; 3656,32; 3664,76; 3697,90; 3699,89; 3743,62; 3768,52; 3796,58; 3805,70; 3850,83; 3851,16; 4050,08; 4225,33. L'yttrium est représenté par la ligne 3774,51; le lanthane par la ligne 3988,66, et le calcium par les deux lignes 3933,825 et 3968,625.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 29 Mars 1905.

La Société procède au renouvellement annuel de son Bureau. Sont élus :

Président : M. R. Meldola ;

Vice-présidents : MM. H. T. Brown, H. B. Dixon, W. R. Dunstan, D. Howard, A. Smithells, W. P. Wynne ;

Secrétaires : MM. M. O. Forster et A. W. Crossley ;

Secrétaire étranger : Sir W. Ramsay ;

Trésorier : M. Al. Scott.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Février 1905.

M. L. Graetz présente un Mémoire sur les radiations du peroxyde d'hydrogène. La plupart des résultats expérimentaux trouvés auparavant par l'auteur relativement aux effets photographiques du peroxyde d'hydrogène viennent d'être confirmés par MM. Precht et Otsuki, qui, cependant, pour expliquer ces phénomènes, invoquent l'hypothèse d'abord proposée par l'auteur, et abandonnée dans la suite, à savoir que ces effets seraient dus aux vapeurs de H_2O_2 . Après avoir démontré que l'hypothèse en question n'est nullement la seule admissible, M. Graetz expose les raisons qui militent en faveur de sa manière de voir actuelle, et d'après laquelle ce serait une émanation extrêmement volatile qui produit ces phénomènes. Cette émanation consisterait, dans l'hypothèse la plus plausible, d'atomes d'oxygène libre, c'est-à-dire de O et non pas de O_2 . On pourrait, cependant, penser également à des électrons ou, enfin, à quelque matière inconnue présente en quantités minimes.

Séance du 3 Mars 1905.

M. S. Czapski fait la nécrologie de M. F. Abbe, l'éminent physicien décédé à Iéna le 14 janvier 1905.

On sait que Abbe, fondateur et copropriétaire des Ateliers d'Optique de C. Zeiss, fut un homme éminent au double point de vue du savant et du philanthrope. Comme savant, il a fait époque par ses travaux d'Optique technique, qui sont demeurés classiques, et l'Institution Carl Zeiss reste pour attester son œuvre philanthropique. Comme cet homme était d'une extrême modeste, il est excessivement difficile de faire la part de ses œuvres; presque toutes les inventions rendues publiques pour le compte de la maison Carl Zeiss étaient en réalité dues soit à lui-même, soit tout au moins à son initiative. — M. R. Reiger étudie le rapport ϵ/μ pour les rayons cathodiques d'origine différente. Les rayons cathodiques émis par les isolants et ceux qui prennent naissance au sein même du gaz n'avaient pas encore été soumis à l'expérience. D'autre part, la grande différence des phénomènes électriques présentés par les conducteurs d'un côté, et les isolants et les gaz de l'autre, faisait voir tout l'intérêt qu'il y aurait à déterminer, pour ces cas aussi, le rapport en question. Or l'auteur, qui vient de remplir cette lacune, fait voir que ce facteur est indépendant des phénomènes électriques présentés par le corps qui les émet. Aussi M. Reiger n'hésite-t-il pas à formuler cette proposition toute générale : *L'ordre de grandeur de ϵ/μ est identique dans tous les cas où les rayons cathodiques se produisent dans la nature*. Cette proposition est d'autant plus importante qu'elle permet d'entrevoir l'unité des atomes électriques à l'inverse de la multiplicité des atomes matériels. — M. Neesen présente une notice sur la disposition des paratonnerres à courants de haute et de basse tension et sur les effets des bobines à réaction. L'auteur fait remarquer que la disposition en série est plus efficace que celle en parallèle, ce qu'il déduit des analogies hydrodynamiques. En insérant une résistance dans la prise de terre, on fait disparaître presque entièrement ces différences, aussi bien que celles qui sont dues aux diversités de capacité et de self-induction. L'efficacité des paratonnerres s'en trouve cependant réduite à un degré énorme, alors que l'insertion d'un grand nombre de petits éclateurs — autre moyen fréquemment employé pour remédier au danger de courts circuits — n'exerce guère d'influence sur la puissance du paratonnerre, grâce à la petitesse de la résistance de ces éclateurs dans le cas des décharges par étincelle.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 9 Mars 1905.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Mebus a préparé l'éther méthyléthylaloxalacétique $C^2H^2CO^2CO(CH^2)(C^2H^2)C.CO^2CH^2$, qui bout à 129°-130 sous 12 mm. Par chauffage avec KOH alcoolique, il est dédoublé en acide oxalique, acide méthyléthylacétique et alcool, tandis que l'ébullition avec H^2SO^2 dilué donne CO^2 , de l'alcool et de l'acide méthyléthylpyruvique, F. 30°/3.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. K. Toldt : L'apophyse anguleuse du maxillaire inférieur chez l'homme et les Mammifères et ses rapports avec les muscles masticateurs. — M. L. Naagen : La position systématique et la réduction de la charnière de l'*Aetheria*.

Séance du 16 Mars 1905.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. H. Mache et St. Meyer ont étudié la radio-activité de quelques sources thermales au sud de Vienne : Fischau, Vöslau, Baden. La teneur en émanation des sources sulfureuses de Baden est du même ordre de grandeur que celle de Marienbad et dépasse de beaucoup celle des sources indifférentes de Fischau et Vöslau. Les constantes de décroissance de l'émanation concordent avec celles de l'émanation du radium. — M. J. Zellner poursuit ses recherches chimiques sur le champignon des mouches (*Amanites muscaria*). Le ferment lipolytique de ce champignon dédouble lentement les graisses étrangères

en glycérine et acides gras jusqu'à 70 % et la graisse du champignon jusqu'à 78 %. L'auteur a isolé et identifié dans ce champignon l'ergostérine, un corps nouveau, l'aménitol, et les acides propionique et fumarique.

2° SCIENCES NATURELLES. — **M. S. von Friedberg** décrit une faune sarmatique découverte aux environs de Tarnobrzeg (Galicie occidentale). Elle se compose de 64 Mollusques, de 2 Vers, de Foraminifères, d'Ostracodes et de Bryozoaires.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Mars et Avril 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. V. Volterra** donne la continuation de ses travaux sur les lois de l'équilibre des corps solides élastiques qui occupent des espaces plusieurs fois connexes ou simplement connexes, et commence un examen des problèmes relatifs à l'état de tension qui se traduit par des distorsions lorsque le solide occupe un espace cyclique. **M. Volterra** démontre qu'en étudiant le mécanisme des distorsions, on arrive sans difficulté à la constatation de faits qu'on n'aurait pas pu prévoir avec des considérations intuitives sur la question. Ainsi on trouve que, lorsqu'on enlève une faible tranche transversale d'un anneau, et qu'on soude les deux faces de la section, il ne se produit pas sur ces faces une simple tension, comme on pourrait le croire, mais il y a toujours une partie en tension et une partie comprimée. Et, même dans ce cas, la somme des forces de tension est égale à celle des forces de compression. — **M. G. Veronese** transmet à l'Académie une réclamation de priorité pour la conception de la Géométrie non archimédienne; il démontre que, dans cette conception, il a précédé en tout **M. Hilbert**. — **M. A. Capelli** : Sur l'arbitrarité des caractéristiques dans les formules d'addition des fonctions téta d'une variable. — **M. E. Pascal** : Recherches sur la sextique binaire. — **M. P. Pizzetti** s'occupe des relations qui existent entre le moment d'inertie d'un corps dont la fonction potentielle est symétrique autour d'un axe. — **M. G. Vitali** apporte une contribution à l'étude des fonctions de Baire. — **M. G. Picciati** soumet au calcul l'étude du champ électromagnétique engendré par un courant constant hélicoïdal. — Dans une autre Note, il donne la théorie du solénoïde électrodynamique. — **M. O. Tedone** étudie l'équilibre d'un corps limité dans un cône de rotation. — **M. G. Fubini** résume ses recherches sur de nouvelles applications des méthodes de Riemann et de Picard à la théorie de quelques dérivées partielles.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — On peut prévoir que, si l'on fait subir à un faisceau de lumière, au début homogène, des altérations périodiques très rapides comme intensité, des changements doivent se manifester dans le spectre de cette lumière. **M. O.-M. Corbino**, observant que la prévision de ces changements conduit à quelques difficultés lorsqu'on veut tenir compte des propriétés réelles du spectroscope et de sa fonction théorique, examine dans une Note le problème et discute les conditions expérimentales capables de donner les phénomènes prévus. — **M. R. Arno** étudie la variation de l'hystérèse et le retard de magnétisation qui se manifestent dans les corps magnétiques placés dans des champs de Ferraris, sous l'action de courants interrompus et alternés et d'ondulations hertziennes. — **M. C. Feliciani**, par ses recherches sur la conductibilité thermique des vapeurs d'hypoazotite et de pentachlorure de phosphore, arrive à la conclusion que, dans ces corps dissociables, la conductibilité thermique a une allure irrégulière à cause de l'influence du phénomène de la dissociation, et, en outre, qu'il existe un parallélisme entre les deux phénomènes. — **M. C. Christoni** a exécuté de nombreuses observations expérimentales sur le pyréliomètre à compensation électrique de Angström; en donnant les résultats obtenus, il constate le bon et commode fonctionnement de cet

appareil, dont quelques petits défauts sont facilement corrigibles. — **MM. G. Ciamician** et **P. Silber** présentent les résultats de leurs recherches sur les transformations chimiques qui se produisent, sous l'action de la lumière, dans l'aldéhyde benzoïque et dans le nitrobenzène; les deux auteurs remarquent que, de cette manière, il est possible de séparer et d'étudier une quantité de produits secondaires qui se forment avant d'arriver à l'oxydation finale de l'aldéhyde et à la réduction correspondante du nitrobenzène. **MM. Ciamician** et **Silber** décrivent ces produits intermédiaires, qui contribuent à expliquer la formation encore obscure des résines. — **M. R. Nasini** examine les idées de Berthollet et de Guldberg sur la stœchiométrie des combinaisons chimiques, considérées au point de vue de leur vérification expérimentale. — **MM. I. Bellucci** et **N. Parravano** : Recherches sur la constitution de quelques plombates, et sur une nouvelle série de sels isomorphes. — **M. G. Korschun** décrit la synthèse du 2:3:5-triméthylpyrrol. — **M. E. Rimini** expose les précautions à adopter pour l'emploi du sulfate d'hydrazine dans les recherches gazométriques. — **MM. G. Barbieri** et **F. Calzolari** décrivent un nouveau sel, le fluorure de cobalt, qu'ils ont préparé et qui est le premier composé cobaltique halogène obtenu jusqu'à ce moment à l'état libre. — **M. V. Castellana** décrit une méthode qui permet de rechercher, d'une manière sûre et simple, l'acide borique, même quand il existe dans la quantité minimale d'un demi-milligramme.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Mosso** poursuit ses communications sur l'action excitatrice que l'anhydride carbonique exerce sur les cellules nerveuses; dans cinq Notes, il s'occupe de la preuve que l'insuffisance de l'anhydride carbonique donne des centres nerveux respiratoires, et ses différences individuelles dans la résistance à la pression partielle de l'oxygène, ce qui fournit l'explication de plusieurs phénomènes que l'on observe lorsqu'on fait des ascensions à de grandes hauteurs. Après avoir décrit ses expériences, exécutées sur les singes dans le but d'établir les effets de la dépression barométrique et de la pression partielle du CO₂ sur la respiration, **M. Mosso** parle de la pression du sang dans l'air raréfié; et, enfin, il indique l'anhydride carbonique comme un remède utile pour combattre le mal de montagne: il convient de le respirer, mélangé à l'oxygène, dans les ascensions aérostatiques. — **M. G. van Rymberk** donne un résumé d'un travail où il étudie les causes des dessins cutanés des Vertébrés, en rapport avec la doctrine segmentaire. — **M. M. Puglisi** s'occupe depuis longtemps de la transpiration végétale, se proposant d'établir la valeur et la signification de cette importante fonction physiologique pendant la saison hivernale, dans les plantes à feuilles persistantes. **M. Puglisi** a reconnu que cette respiration est énergique et qu'elle ne s'arrête pas, même au cours des nuits les plus inclementes; l'énergie de la respiration s'accroît en passant de l'hiver à la saison chaude, et ne présente aucune réduction, même dans les grandes chaleurs de juillet. — **M. D. Di Pergola** a fait de nombreuses observations sur les changements qui se produisent dans la structure des feuilles des plantes toujours vertes, pour établir les rapports qui existent entre ces changements et l'âge des feuilles. Pour les feuilles des Conifères, **M. Di Pergola** a vu que l'augmentation d'épaisseur est due à un accroissement long et durable d'épaisseur du tissu en palissade. — **M. L. Petri** rappelle ses recherches sur les bactéries qui se trouvent dans l'intestin de la larve de la mouche de l'olivier, et il ajoute qu'il a reconnu, au cours de ses observations, que ces bactéries donnent une abondante sécrétion de lipase, ce qui ferait supposer un rapport symbiotique entre la larve et les microorganismes. **E. MANCINI**.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — **L. MARETHEUX**, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Art de l'Ingénieur

L'emploi des chaudières à tubes d'eau sur les locomotives. — A l'une des dernières séances de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, M. G. Richard a signalé la tendance, manifestée par plusieurs ingénieurs de chemins de fer, à étudier de nouveau l'application, aux *chaudières des locomotives*, des *tubes d'eau*, susceptibles d'une vaporisation très intense et capables de supporter des pressions pratiquement illimitées. C'est revenir à une idée très ancienne, car, dès l'origine des chemins de fer, en 1833, Field breveta une chaudière locomotive toute en tubes d'eau; puis vinrent, en 1836, le type de Perkins, pour vapeur surchauffée à 14 kilogs, les essais de Dimpfell sur le Baltimore-Wiltimore, avec une chaudière dont les tubes à fumée étaient simplement remplacés par des tubes à eau et, en 1881, ceux de Stevens et Parsons, avec une remarquable chaudière à tubes Field¹. Dans la période moderne, on ne voit guère que des essais d'introduction partielle de ces tubes d'eau, principalement aux foyers des locomotives, comme, notamment, dans les types de Drummond, de Fox, de Smith, de Strong² et de Brofan³.

La chaudière de M. Jacques Robert, en fonctionnement depuis février 1904 sur le réseau algérien du P.-L.-M., n'a, au contraire, que des tubes d'eau, et mérite une attention toute particulière, tant par son originalité que par les résultats de ses essais en service courant. La chaudière se compose de deux tambours ou corps cylindriques superposés; l'un, celui du haut, de 1 mètre de diamètre sur 5^m77 de longueur, et l'autre, celui du bas, de 670 millimètres de diamètre, raccordé au précédent par trois gros cuissards et par des faisceaux de tubes à eaux recourbés; le dôme du haut est, en outre, relié aux tubes d'eau qui constituent toute l'enveloppe du foyer. Ces tubes ont, en très grande majorité, 65 millimètres de diamètre; quelques

tubes de 46 millimètres seulement servent à achever les cloisonnages. Cette chaudière a été installée sur une locomotive à marchandises à six roues accouplées, type dit du Bourbonnais, pour remplacer des chaudières ordinaires de puissance sensiblement équivalente, avec même surface de grille (1^m2,90), même surface de chauffe totale (119^m2), mais une surface de foyer bien plus grande (15^m2,4 au lieu de 9^m2,80), une capacité de chaudière de 8^m3,5 au lieu de 6^m3, avec 7^m3,05 d'eau au lieu de 4^m3,7, de sorte que la chaudière à tubes d'eau se trouve avoir, contrairement à ce qui caractérise ordinairement ce type, une masse d'eau très supérieure à celle de la chaudière ordinaire. Le poids de la chaudière à vide est de 13^t5 au lieu de 15 pour la chaudière ordinaire; mais, pleine d'eau, ces poids respectifs s'égalisent à respectivement 19^t35 et 18^t50. Le timbre est le même : 12 kil. 5; le prix est de 21.500 francs, au lieu de 25.500 pour le type ordinaire.

On ne se proposait pas, en effet, dans cette chaudière, d'augmenter notablement la puissance de vaporisation, ni celle de la locomotive, mais d'éviter les difficultés d'entretien provenant principalement des ruptures d'entretoises et des fuites aux tubes dans leurs plaques, dues probablement, en partie, à la mauvaise qualité des eaux.

L'emploi de cette chaudière à tubes d'eau a néanmoins fourni quelques données d'observation intéressantes. Tout d'abord, la nécessité d'employer, comme métal des tubes d'eau, non du cuivre, dont la résistance baisse très vite à partir de certaines températures accidentellement atteintes, mais de l'acier, qui a pu supporter jusqu'à des parcours de 60.000 kilomètres sans détérioration; puis la nécessité de maintenir ces tubes très propres à l'extérieur et à l'intérieur. Le nettoyage à l'extérieur se fait par des jets de vapeur qui balayent ces tubes et en envoient la suie dans la boîte à fumée. Le nettoyage intérieur se fait en les battant de manière à en détacher les dépôts adhérents. Des autoclaves permettent, d'autre part, de retirer facilement les boues qui s'accablent dans les corps cylindriques, notamment dans celui du bas.

Quant aux avantages de ce type de chaudières, le principal est de permettre de remorquer des trains de

¹ G. RICHARD : *La Chaudière locomotive*, p. 193.

² *Revue de Mécanique*, juillet et décembre 1901, p. 31 et 70; août 1902, p. 185; février 1902, p. 174, et octobre 1900, p. 504.

³ *Revue de Mécanique*, avril 1904, p. 393.

23 % plus lourds qu'avec les chaudières de l'ancien type, de chauffe équivalente, et il convient de citer, à côté de cet avantage principal, les suivants, tels que les signale M. Saussol, dans la Note qu'il vient de consacrer à cette chaudière dans la *Revue générale des Chemins de fer* (d'avril 1903) :

« Il n'est pas possible de prévoir quelle sera la durée du foyer et de la partie du faisceau tubulaire voisine ; mais il est certain maintenant que l'entretien du nouveau générateur occasionnera des réparations moins longues et des dépenses bien moindres, puisqu'il n'y aura plus à craindre les ruptures d'entretoises et les avaries aux plaques tubulaires, si gênantes et dispendieuses avec les chaudières ordinaires, et que le remplacement des tubes du foyer occasionnera une dépense de 1.600 à 1.800 francs au plus. Il est certain aussi que les machines munies de la nouvelle chaudière seront plus faciles à conduire et moins sujettes à avaries : on pourra sans inconvénient pousser à volonté le feu à la montée des rampes et le laisser tomber brusquement ensuite ; on n'aura plus à craindre les fuites aux entretoises et aux tubes qui empêchent de la faire avec les autres machines. D'autre part, il sera aisé d'enlever les dépôts aussi complètement qu'on le voudra en faisant passer un homme à l'intérieur des coffres pour les piquer, et en détartrant les tubes. En réalité, avec les chaudières ordinaires, le détartrage un peu efficace du foyer ne peut se faire qu'au moment où le remplacement des entretoises est devenu nécessaire, lorsque, après les avoir enlevées, on procède au redressage à coup de marteau de ses faces (l'opération fait tomber le tartre adhérent par plaques) ; celui du corps cylindrique et des tubes exige le démontage de la tubulure. Enfin, on n'aura à prendre, à la descente de service des machines munies de tubes à eau, aucune des précautions en usage avec les autres pour en assurer le refroidissement lent et progressif : en six à sept heures, on peut abaisser suffisamment la température de la chaudière en faisant tomber brusquement sa pression, en la vidangeant aussitôt et en la remplissant d'eau froide, au besoin renouvelée, pour pouvoir ensuite y faire passer l'ouvrier chargé du détartrage et du lavage. »

L'essai de M. Robert semble donc avoir pleinement réalisé son programme, et sera, sans doute, le point de départ d'autres tentatives dans cette voie ; il méritait donc, à tous égards, d'être signalé.

§ 2. — Physique

Le Sélénium et les courants électriques.

— On connaît les remarquables phénomènes présentés vis-à-vis des courants électriques par le sélénium, dont la conductivité s'exalte rapidement sous l'influence de l'éclairage. Si l'on insère dans un circuit un dispositif dit *pile à sélénium* (et qui consiste essentiellement en une résistance de sélénium renfermée dans une ampoule de lampe à incandescence), l'intensité du courant peut être augmentée à tel point par un éclairage éloigné, que certaines actions mécaniques peuvent être effectuées. Tel est le principe qui a été utilisé dans le *photophone* inventé par Bell et perfectionné par Ruhmer, et où le son, la lumière et les courants électriques se trouvent mis en rapports d'une façon fort ingénieuse.

Une autre application du sélénium vient d'être faite par un astronome de Heidelberg, M. Courvoisier, pour comparer les horloges et pour enregistrer à distance les oscillations de pendules. Ce savant a essayé d'éliminer les inconvénients de la méthode ancienne, qui consistait à produire la fermeture du courant par le contact direct du pendule, et M. Kalähne, privat-docent de Physique à l'Université de Heidelberg, lui a prêté son concours dans ces tentatives.

Dans tous les dispositifs autrefois construits, il était impossible d'éviter la réaction du pendule produisant le contact sur la marche de l'horloge, réaction qui, bien

que faible, se faisait parfaitement sentir sur des horloges astronomiques où l'on doit tenir compte des centièmes et même des millièmes de seconde. Voici le principe de la nouvelle méthode :

Le pendule porte un miroir dont le plan est parallèle au plan du pendule. Une source lumineuse est disposée de façon que ce miroir réfléchisse ses rayons, au moment même où le pendule traverse le point le plus bas (où sa vitesse est maximum), sur une pile à sélénium éloignée, intercalée dans un circuit électrique, siège d'un courant faible. L'effet lumineux est renforcé par une lentille convexe placée en face de la pile.

Dans les expériences en question, la pile présentait une résistance de 70.000 ohms à l'obscurité, mais qui tombait jusqu'à 1.500 ohms sous l'action des rayons d'une lampe à incandescence de 16 bougies disposée à proximité. Un relai sensible transmettait la fermeture du circuit au courant plus intense d'un chronographe enregistrant les vibrations du pendule sur une bande de papier. Les mesures faites sur cette dernière ont donné des résultats extrêmement précis, surtout après que la pile à sélénium se fut pour ainsi dire habituée au processus périodique, en prenant un état permanent.

Comme les inscriptions chronographiques ne sont faites que pendant l'intervalle de quelques minutes, l'échauffement peu considérable du pendule dû à la source de chaleur n'exerce guère d'influence appréciable, surtout dans le cas où l'on se sert d'écrans de protection.

Le télégraphe perfectionné. — Le télégraphe-phonographe électromagnétique, qui, comme l'on sait, enregistre la parole humaine sous la forme de modifications électromagnétiques¹, vient de subir d'importants perfectionnements de la part de son inventeur, M. Valdemar Poulsen, à Copenhague.

L'appareil perfectionné comprend deux tambours sur lesquels est enroulé un fil d'acier spécial (acier-piano) de 0^{mm},25 de diamètre et de 5,4 kilomètres de longueur. Ce fil se déroule à la vitesse de 3 mètres par seconde, ce qui suffit pour assurer une opération continue d'une demi-heure, pendant laquelle 3.000 mots peuvent être enregistrés à raison de 100 mots par minute. Entre les tambours se trouvent les systèmes magnétiques *enregistreur*, *reproducteur* et *oblitérateur*, ainsi que le moteur actionnant l'appareil et les dispositifs pour démarrer, arrêter ou intervertir sa marche.

Lorsque la clef est placée dans la position dite de dictée, l'opérateur peut parler dans le microphone relié à l'appareil ; les courants microphoniques produits dans le circuit donneront lieu à une aimantation périodiquement variable du système électromagnétique, aimantation qui se traduit par des variations magnétiques correspondantes du fil d'acier passant en vue des pôles de l'électro-aimant. Ces modifications magnétiques du fil d'acier, étant permanentes, constituent une inscription durable de la parole ou du chant communiqués au microphone. Si la clef est ensuite ajustée pour la position dite d'audition, le fil passe en regard d'un autre électro-aimant, dont il modifie le magnétisme conformément à sa propre aimantation, qui, à son tour, correspond au son l'ayant produite. L'électro-aimant étant mis en relation avec un récepteur téléphonique, le circuit téléphonique sera traversé par des fluctuations de courant qui correspondent exactement aux courants microphoniques originaux ; aussi l'on entendra dans le téléphone la reproduction fidèle de la parole ou du chant enregistrés.

Afin de prévenir la superposition de différents morceaux parlés ou chantés, on fait agir un aimant oblitérateur qui, dans la position de dictée, efface toute inscription antérieure, tandis que la sensibilité de l'ap-

¹ Voir la description du principe et du premier modèle de l'appareil dans la *Revue générale des Sciences* du 30 juin 1903, t. XI, p. 770 et suiv.

pareil se trouve augmentée par un aimant polarisateur.

La nouveauté de l'appareil est dans son emploi pour les besoins de la correspondance. Après avoir ajusté la clef pour la position dite secrétaire, on peut commander l'appareil d'une chambre quelconque située à toute distance voulue au moyen d'une clef analogue à celle qui est directement attachée à l'appareil. Le secrétaire, ayant appuyé sur le bouton « avant » pour démarrer l'instrument, écoute une phrase, presse sur le bouton d'arrêt, et transcrit à la main ou sur la machine les mots qu'il vient d'entendre. En actionnant le bouton d'arrêt, on pousse la machine en arrière juste assez pour faire répéter les derniers mots lorsque la machine sera remise en mouvement; c'est ainsi qu'on évite les omissions. On peut même faire répéter le morceau tout entier en opérant le bouton « arrière », ce qui fait reculer l'inscription tout entière.

Le télégraphone sera appliqué fort heureusement pour enregistrer les conversations téléphoniques, augmentant ainsi dans une large mesure l'utilité commerciale du téléphone.

Dans un autre type d'appareil, le fil d'acier est remplacé par un petit disque de ce même métal, disque qu'on introduit facilement dans une enveloppe de lettre pour le transmettre à toute destination voulue comme une lettre ordinaire; après l'avoir reçu, le destinataire n'aura qu'à insérer le disque sur son télégraphone pour entendre la voix même de son ami, comme si la distance séparant les deux correspondants était abolie.

§ 3. — Électricité industrielle

Les arbres comme antennes de télégraphie sans fil. — On sait le rôle important que la télégraphie sans fil joue en ce moment dans la guerre russo-japonaise pour la transmission des ordres et informations. Or, cette importance ne manquera pas sans doute de s'accroître beaucoup dans les guerres futures.

Tant qu'il fallait, pour installer un service télégraphique militaire, poser tout d'abord les fils de ligne, l'emploi de la télégraphie était évidemment confiné dans d'étroites limites; cet inconvénient, qui, du reste, se retrouve dans la téléphonie militaire, se faisait sentir surtout quand la ligne à poser devait traverser le champ des opérations. L'application de la *télégraphie sans fil* dans les services d'éclaireurs se heurtait, d'autre part, à un inconvénient sérieux, à savoir la nécessité de toujours transporter un mât, ballon captif ou cerf-volant comme supports du fil aérien vertical (l'antenne). Absorption faite de leur maniement malaisé, ces supports étaient bien faits pour révéler à l'ennemi la position de la station d'éclaireurs.

Une compagnie de télégraphie sans fil allemande vient, il est vrai, de trouver une solution assez satisfaisante du problème en question, et le système de stations transportables qu'elle préconise n'a pas tardé à être adopté par les administrations des armées de plusieurs pays d'Europe ainsi que par celle des États-Unis. Mais, malgré sa simplicité relative et sa sécurité considérable, ce système n'élimine qu'en partie les désavantages précités, et, ne pouvant se passer des ballons ou cerfs-volants, son appareillage est toujours assez compliqué.

Or, les intéressantes expériences que M. G. O. Squier, commandant au Signal Corps des États-Unis, a faites l'année dernière entre l'île Alcatraz et Fort Mason (Californie), — où le Signal Corps possède une station radiotélégraphique permanente, — viennent démontrer le fait remarquable que les troncs des arbres vivants peuvent très bien faire fonction d'antennes de télégraphie sans fil. M. Squier a, en effet, trouvé qu'il est possible de recevoir et de transmettre les dépêches radiotélégraphiques au moyen des arbres, dont les troncs servent de conducteurs aux décharges des courants électromagnétiques. C'est surtout le feuillage qui se comporte à l'égal d'un conducteur métallique pour les courants rapidement

oscillants; aussi les effets sont-ils d'autant plus satisfaisants que le feuillage est plus étendu. Les arbres secs ou malades sont, au contraire, peu propres à servir d'antennes. La mise à terre se fait par les racines de l'arbre, en attachant un fil à un ou plusieurs clous enfoncés dans sa base. Toutes les connexions électriques sont appliquées à cette base, le reste de l'arbre ne servant que d'antenne.

Voici l'expérience faite pour mettre en évidence les décharges électromagnétiques des arbres: deux clous enfoncés dans le tronc d'un arbre ayant été reliés par un téléphone, les courants émanant de l'arbre furent parfaitement perceptibles au récepteur téléphonique. D'autre part, une quantité d'électricité relativement petite excite les plantes et peut même exercer des effets mortels dans le cas des fortes décharges.

Le dispositif télégraphique employé dans ces expériences était extrêmement simple; une station transmettrice pouvait être installée par deux hommes en dix à quinze minutes, et les stations de réception s'établissaient même plus rapidement.

§ 4. — Zoologie

Expériences sur la croissance des Huitres.

— Dans les bancs d'Huitres naturels, à côté des coquilles discoïdes ou ovales, on rencontre souvent, en quantités parfois énormes, des coquilles extrêmement étroites et allongées (langues de chat des ostréiculteurs) dont Glaser¹ a précisé le mode de formation: c'est la compression latérale par d'autres individus qui provoque la croissance exagérée en longueur; pour le démontrer, Glaser prend une trentaine de jeunes Huitres bien ovales, et les entoure partiellement de ciment, de façon à comprimer les deux faces; au bout d'un mois, les jeunes Huitres ne s'étaient pas développées en largeur et présentaient un allongement caractéristique. Inversement, si l'on choisit sur un collecteur de jeunes Huitres comprimées par leurs voisines et allongées de ce fait, et qu'on les isole, on constate, au bout de quarante-huit jours, qu'elles ne sont plus allongées, mais qu'elles ont cru en largeur: comme on peut s'y attendre, le pouvoir de reprendre l'ovalité normale diminue sensiblement à mesure que les Huitres vieillissent; les individus âgés semblent, du reste, moins aptes à supporter les changements soudains du milieu, et la mortalité est beaucoup plus grande chez eux que chez les plus jeunes. Au point de vue économique, on peut en conclure que les ostréiculteurs (dans l'Amérique du Nord) auraient intérêt à recueillir les jeunes Huitres allongées, sans valeur marchande, qui se fixent par milliers sur les roches, et à les transplanter dans des parcs, où elles reprendraient vite leur forme normale.

§ 5. — Physiologie

Les fonctions du Cæcum et de l'Appendice.

— Depuis quelques années, on tend à considérer le gros intestin, et en particulier le cæcum et l'appendice, comme des organes inutiles et dangereux. M. le Dr Maccewen s'efforce de démontrer, dans un article récent², que, contrairement à cette opinion, le cæcum et l'appendice ont des fonctions bien définies dans la digestion intestinale. Ce rôle est, sans doute, beaucoup plus important dans certaines espèces animales que chez l'homme. Chez ce dernier, il n'est cependant pas négligeable, et il est double. Tout d'abord, le cæcum et l'appendice sont le siège d'une sécrétion profuse de suc intestinal originaire des glandes de Lieberkuhn, si

¹ Observations and experiments on the growth of oysters (The John Hopkins University Circular, 1905, n° 176, p. 226. Report of the U. S. Comm. of Fish and Fisheries, Washington, 1904).

² W. MACCEWEN: The Canadian Practitioner and Review, 1905, t. XXX, 1, p. 26.

nombreuses, que contient la muqueuse cœcale et appendiculaire. Cette sécrétion augmente au moment où le contenu intestinal est déversé à travers la valvule iléo-cœcale, qui, d'ailleurs, possède un rôle de contention réflexe analogue à celui du pylore, et qui ne verse le contenu intestinal dans le cœcum que par petites quantités, quand le contenu cœcal a été saturé par le suc intestinal. Pendant ce temps, le cœcum est le siège de mouvements qui brassent son contenu et le ramènent au fond de l'organe et vers l'orifice appendiculaire. Outre ces fonctions, que l'auteur a pu parfaitement étudier sur un malade qui, à la suite d'une explosion, avait perdu la paroi antérieure du cœcum, cet organe et l'appendice possèdent une flore microbienne extrêmement riche, qui doit jouer un rôle important dans la digestion intestinale. Ces données éclairent singulièrement la pathogénie de l'appendicite, car, si ces fonctions sont abolies par un mécanisme quelconque, la porte est ouverte à la stagnation des matières, et, par conséquent, à l'infection : on voit donc l'importance qu'auraient les indigestions cœcales dans l'étiologie de

prédisposé, — M. Fournier a pu conclure, au contraire, aux applaudissements de MM. Raymond, Hallepeau et de la grande majorité de l'Académie, que la paralysie générale semble être, pour ainsi dire toujours, d'origine syphilitique ; en effet, on note la syphilis de 30 à 94 fois sur 100 dans les antécédents des paralytiques généraux ; de plus, il est un nombre assez considérable de syphilitiques qui deviennent paralytiques généraux ; c'est une affection rare chez la femme, mais fréquente, au contraire, chez les irrégulières ; elle est aussi très rare chez les religieux, dans les campagnes et chez les peuplades sauvages ; elle est souvent associée avec le tabes, dont on ne conteste plus aujourd'hui l'origine syphilitique ; enfin, il existe une paralysie générale juvénile d'origine syphilitique par hérédité. Or, cette constatation permet à M. Fournier de démontrer que le traitement mercuriel bien dirigé au tours de la syphilis est une sauvegarde sinon complète, du moins très grande, contre la paralysie générale, puisque, sur 100 de ces affections observées chez des syphilitiques avérés, la statistique en accuse 93 qui ont été consé-

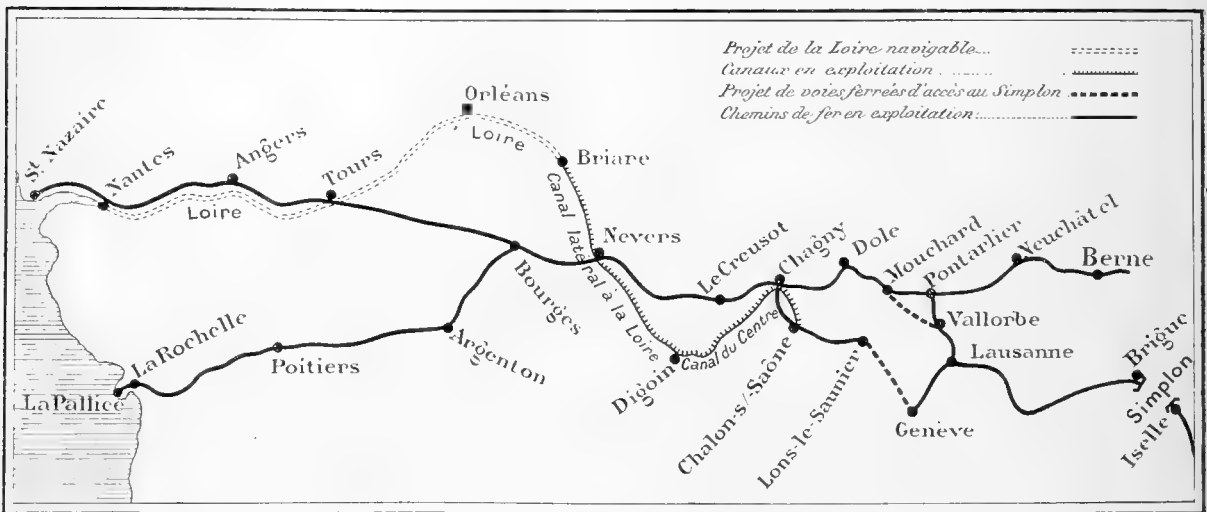


Fig. 1. — Le projet du Grand Central français.

l'appendicite. Pour cet auteur, l'appendice est non seulement un organe digestif, mais encore un organe à sécrétion interne, aussi bien par sa sécrétion propre que par les produits des micro-organismes qu'il contient.

§ 6. — Sciences médicales

Syphilis et paralysie générale. — Une importante discussion vient d'avoir lieu sur ce sujet à l'Académie de Médecine¹. Malgré l'opposition de M. Lancereaux, qui ne veut point admettre l'origine syphilitique de la paralysie générale, de M. Cornil, qui se plaçant seulement au point de vue de l'Anatomie pathologique, a déclaré que les lésions de la méningo-encéphalite diffuse (paralysie générale) ne sont pas semblables aux lésions habituellement produites par la syphilis sur les méninges et l'encéphale, de M. Joffroy, qui, avec une grande force d'argumentation, a fait un parallèle peut-être exagéré de l'évolution de la paralysie générale chez la syphilitique et de celle de la tuberculose chez l'alcoolique, en soutenant que la syphilis ne peut pas produire à elle seule la paralysie générale, mais qu'elle n'est qu'une cause adjuvante chez des sujets à système nerveux particulièrement

cutives à des syphilis insuffisamment traitées. La conclusion pratique qui découle donc de cette communication, c'est qu'il ne faut pas se contenter de traiter la syphilis pendant quelques semaines ou quelques mois, mais bien longtemps, sinon toujours.

§ 7. — Géographie et Colonisation

La Loire navigable et le projet du « Grand-Central » français¹. — L'utilisation prochaine du tunnel du Simplon appelle l'attention sur les efforts auxquels ne cesse de se livrer, depuis 1894, la Société de la « Loire navigable », en vue d'arriver à diriger sur Nantes le trafic du Centre et de l'Est français et même celui de la Suisse à destination de l'Amérique.

Ce trafic, le port de Nantes s'est préparé à le recevoir. Grâce à l'énergie de la Chambre de Commerce de cette ville, un canal maritime de près de 15 kilomètres, construit entre 1882 et 1892, assure en temps ordinaire une profondeur d'eau de 6 mètres entre Nantes et la mer. Mais la marine marchande se

¹ Académie de Médecine, 28 février, 7, 14, 21, 28 mars, 4, 11 et 18 avril 1905.

¹ Cf. E. DAGAULT : Nantes et la Loire maritime et fluviale, in *Bull. Soc. Géogr. comm.*, t. XXVI, n° 4. — L. LAFFITTE : L'expansion économique de la France par l'amélioration et le développement de ses moyens de transport, in *Questions diplomatiques et coloniales*, 1904; art. réunis en br. — *Annales de Géographie*, chronique, 15 janvier 1905.

transforme si rapidement et le tonnage des navires s'accroît dans une telle proportion que l'on va commencer cette année même un chenal direct de 8 mètres en marée de morte-eau reliant le port à l'Océan. En même temps, l'outillage se complète : des kilomètres de quais se couvrent de grues des derniers systèmes; deux gares maritimes, de vastes hangars, de grands entrepôts sont mis à la disposition du commerce.

Si Nantes se trouve prêt à recevoir le trafic, les voies d'accès font encore défaut. C'est d'abord la Loire que l'on veut rendre navigable, et, là aussi, les efforts des Nantais sont en voie d'aboutir. Le Gouvernement a d'abord autorisé, sur un petit parcours de 14 kilomètres (d'Angers à Chalonnes), l'essai des moyens employés en Allemagne pour la navigation des fleuves. M. l'ingénieur Cuénot a soumis la Loire à l'ensemble de travaux que commandent les rivières à fond affouillable; il y a établi des systèmes d'épis en clayonnages, destinés à amortir la force du courant, à retenir les sables au passage en fournissant les points d'appui nécessaires pour la formation de plages fixes. Le courant du fleuve est ainsi retenu dans un chenal prévu et calculé par l'ingénieur; il creuse lui-même son lit et gardera, même aux plus basses eaux, une profondeur de plus d'un mètre. Les clayonnages ont résisté aux grandes crues de cet hiver; l'essai ayant réussi, nul doute que le Parlement n'autorise la continuation des travaux de correction entre Nantes et Angers d'abord.

La Loire navigable n'est qu'une partie du grand projet qui doit drainer vers Nantes et la Pallice-Rochelle le commerce du centre de la France. Ce trafic, formé en grande partie de matières lourdes, telles que houille, matériaux de construction, bois, vins, céréales, etc., et qui, aujourd'hui, par le fait des combinaisons artificielles de tarifs des chemins de fer, va s'embarquer dans les ports de la Manche et de la Méditerranée, accèderait plus avantageusement à l'Atlantique par la Loire, le canal qui lui est latéral et le canal du Centre. Avec, les promoteurs de cette voie la raccordent ici avec la voie ferrée existante de Chalon à Lons-le-Sauvage et la continuent, sur Genève et le Simplon, par le projet de la Faucille, dont nous avons déjà entretenu les lecteurs de la *Revue*¹, en soulignant précisément son importance au point de vue qui nous occupe. Mais, d'autre part, il faut reconnaître les difficultés techniques de ce projet, son coût élevé et le peu d'empressement que lui témoigne la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée. En outre, étant donné que le temps presse et que nous nous trouvons déjà notablement en retard pour profiter des nouveaux courants qui vont se créer par l'utilisation très prochaine du Simplon, nous pensons que le « Grand Central » pourrait très bien s'accommoder, transitoirement, tout au moins, du projet Mouchard-Vallorbe, moins difficile et moins coûteux, aussi direct et plus central au point de vue suisse. Les deux solutions sont indiquées sur notre croquis.

Nous ne croyons pas, en effet, qu'il faille beaucoup compter sur le trafic de Bâle et Zurich à destination de l'Amérique. Une société s'est fondée récemment dans la première de ces villes pour améliorer la navigabilité du Haut-Rhin², et le jour, sans doute prochain, où l'on pourra embarquer directement les marchandises sur le fleuve, soit à Bâle, soit dans une autre ville en amont, ce jour-là tout le gros trafic de la Suisse orientale s'en ira vers l'Atlantique par la voie du Rhin, qu'il emprunte déjà aujourd'hui à partir de Strasbourg ou de Mannheim.

P. Clerget.

Professeur à l'École de Commerce du Locle.

§ 8. — Enseignement et Sociétés

Au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

— Le Président de la République a visité récemment le Muséum d'Histoire naturelle de Paris. M. Edmond

Perrier, directeur de cet Etablissement, a salué le chef de l'Etat au nom « de cette maison laborieuse où, depuis trois siècles, sont accumulées toutes les productions du globe ». Il a ajouté :

« Votre visite, Monsieur le Président, est pour nous la plus haute des marques de sympathie qui renaissent autour de nous, après une période d'oubli dont les effets sont malheureusement menaçants pour nous. Quelques-uns de nos bâtiments sont contemporains de Buffon, voire même de Louis XIII. Nous ne vous montrerons pas leurs ruines en train de devenir légendaires. On nous assure qu'elles seront bientôt relevées... Derrière le palais encore inachevé que vous allez visiter, nos vieilles bâtisses s'encombrent de richesses inestimables, dons princiers de naturalistes passionnés ou touchants hommages de voyageurs, de colons, de fonctionnaires, d'officiers qui, dans les contrées lointaines, se tournent volontiers vers ce petit coin de la terre de France ».

En terminant, M. Perrier exprime son intention de faire utiliser en faveur de notre empire colonial les richesses du Muséum et ses précieux moyens d'investigation. « Grâce au Ministère des Colonies, dit-il, une collaboration efficace et constante, qui promet d'être particulièrement féconde, est sur le point de s'établir entre son département et le Muséum ».

Le Président répond qu'il est touché de l'accueil que lui ont réservé les savants du Muséum. Il sait combien la science doit à leurs travaux et connaît aussi les besoins de cet établissement; aussi est-il prêt à faire ce qui dépendra de lui pour y satisfaire.

Après la visite de la Galerie de Zoologie, le Président s'attarde dans la Galerie de Minéralogie, où M. le Professeur Lacroix lui montre d'inestimables richesses : la collection de pierres précieuses formée pour l'exposition panaméricaine de Buffalo et donnée au Muséum par M. Pierpont Morgan; d'admirables spécimens de *kunzite*, pierre précieuse récemment découverte, de couleur violette, et dont l'éclat dépasse celui de l'améthyste; un gros saphir qui passe pour avoir figuré dans le fameux collier de Marie-Antoinette; enfin, de curieux souvenirs de la catastrophe de la Montagne Pelée, à la Martinique. La visite s'est terminée par les nouvelles Galeries d'Anatomie comparée, qui constituent la partie la plus récente du Muséum.

Société de Géographie de Paris. — Cette Société vient de constituer de la façon suivante son bureau pour 1905-1906 :

Président : M. Le Myre de Vilers;

Vice-présidents : MM. Edmond Perrier et Binger;

Secrétaire : M. Chevalier;

Scrutateurs : MM. Lemoine et de Baye.

Dans la dernière assemblée générale, M. Robert de Caix a fait une intéressante causerie sur la situation acadienne au début du vingtième siècle.

On sait que l'on désigne sous le nom un peu oublié d'Acadie les provinces maritimes du Canada. Ses habitants étaient des descendants des colons français. Conquis en 1713, proscrits en 1755, ils durent abandonner leurs beaux villages et se réfugier dans les bois.

Plus libéralement traités par l'Angleterre, aujourd'hui leurs enfants sont au nombre de 140.000, répartis en deux groupes principaux dans le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Ecosse.

Qu'advient-il de ces descendants de Français? Perdrent-ils le sentiment de leur nationalité? C'est un problème difficile à résoudre et dont la solution apparaît plutôt triste. Ces paysans, en effet, sont combattus dans leurs sentiments intimes par le clergé irlandais qui dirige leurs consciences; et, d'autre part, attirés par les villes, ils finiront par être absorbés et noyés dans la masse.

¹ Cf. la *Revue* des 29 février 1904 et 15 janvier 1905.

² Cf. R. GELPER : Le développement de la navigabilité sur

le Haut-Rhin, in *Revue économique internationale*, 15-20 mars 1905.

Société de Géographie commerciale de Paris. — A la dernière assemblée générale de cette Société, présidée par M. le Ministre de l'Instruction publique, M. Paul Labbé, le nouveau secrétaire, a lu une notice nécrologique sur M. Gauthiot, son prédécesseur. Puis lecture a été donnée du Rapport sur les récompenses suivantes que la Société a accordées pour l'année 1904 :

Médaille Berge : MM. Chevalier, Decorse et Courtet ; *Médaille Henri d'Orléans* : lieutenant de vaisseau Hourst ; *Médaille Meurand* : M. Girault ; *Médaille Caillé* : MM. Lenfant, Delevoye et Lahure ; *Médaille Lapérouse* : comte de Courte ; *Médaille Devez* : M. de Mathisieux ; *Médaille de la Presse coloniale* : M. Descos ; *Médaille de la Chambre des négociants commissionnaires* : MM. Castex et Weulersee ; *Médaille Castonnet des Fossés* : M. Raveneau ; *Médaille Prat* : M. Lecointe ; *Médaille de la Société* : MM. de Flotte de Roquevaire, Koulomzine, Legras et Ch. Pierre.

Personnel universitaire. — M. Joubin, Recteur de l'Académie de Grenoble, est nommé Recteur de l'Académie de Lyon, en remplacement de M. Compayré, nommé Inspecteur général de l'Instruction publique.

M. Moniez, docteur en médecine et docteur ès sciences, Inspecteur de l'Académie de Paris, est nommé Recteur de l'Académie de Grenoble.

M. Fernbach, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris, est chargé des fonctions de maître de conférences de Chimie biologique (industrie des fermentations). (*Fondation de l'Université et subvention de l'Institut Pasteur.*)

M. le Dr Hallion, ancien interne lauréat des Hôpitaux de Paris, préparateur du Laboratoire de Physiologie pathologique à l'École des Hautes-Études, est nommé préparateur de la Chaire d'Histoire naturelle des Corps organisés au Collège de France, en remplacement de M. François-Franck.

M. Robert, docteur ès sciences, préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé Chef des travaux pratiques de Zoologie, en remplacement de M. Labbé.

M. Glangeaud, maître de conférences de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Clermont, est chargé d'un cours de Géologie et Minéralogie à ladite Faculté.

École pratique des Hautes-Études. — Il vient d'être créé, près la troisième Section de l'École des Hautes-Études (Sciences naturelles), un laboratoire d'Embryologie générale et expérimentale.

M. Loisel, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé directeur de ce Laboratoire.

M. le Dr Hallion, préparateur de la Chaire d'Histoire naturelle des Corps organisés au Collège de France, est nommé directeur-adjoint de ce Laboratoire.

M. le Dr Mayer est nommé chef des travaux du Laboratoire de Physiologie pathologique.

§ 9. — Sciences diverses

A propos de la représentation proportionnelle. — Nous recevons de M. Alfred Meyer la lettre suivante :

« Mon cher Directeur,

« Je viens de lire, dans le numéro du 30 avril de la *Revue générale des Sciences*, une lettre de M. Rouyer en réponse au paragraphe que j'ai consacré — pages 162 et 163 du numéro du 28 février — à sa « Théorie mathématique » dans mon article sur la *Représentation proportionnelle*.

« M. Rouyer a cru devoir citer les termes de l'une des phrases de sa « Théorie mathématique de la représentation proportionnelle », pour me reprocher d'avoir interprété d'une façon inexacte son texte.

« Je regrette d'être obligé de constater que M. Rouyer a reproduit la phrase citée infidèlement, en modifiant assez habilement son texte de 1903 par la suppression

de deux mots. A la faveur de cette suppression, il était facile de me reprocher une prétendue inexactitude d'interprétation.

« Voici la phrase écrite par M. Rouyer en 1903 : « Ce qui caractérise l'avantage dont jouit une liste n'est pas le nombre absolu des sièges qu'on lui attribue, mais bien plutôt le rapport de ce nombre au nombre des électeurs de cette liste. »

« En réalité, ce rapport caractérise non pas l'avantage, mais l'efficacité des suffrages de la liste. M. Rouyer ne semble pas s'être aperçu que c'est lui-même qui a interprété d'une façon tout à fait inexacte le sens du mot *avantage*. Et c'est à tort qu'il affirme dans sa lettre qu'« il demeure bien évident que, pour comparer les avantages attribués à certaines listes, il est nécessaire de comparer les fractions $\frac{a}{A}$, $\frac{b}{B}$, $\frac{c}{C}$, $\frac{d}{D}$ », autrement dit « les rapports dont il vient d'être question.

« Cette méthode de comparaison des « avantages » est absolument insuffisante (surtout si l'on borne la comparaison, comme le fait M. Rouyer, aux résultats d'une seule circonscription, au lieu de l'étendre — ainsi que je l'ai fait dans mon article du 28 février — à ceux obtenus par les partis dans l'ensemble des circonscriptions). Elle peut conduire à des conclusions tout à fait erronées. De deux listes d'une circonscription, la plus avatagée n'est pas toujours celle qu'indique cette méthode de comparaison. Je l'ai démontré dans cette *Revue* (numéro du 15 février, note de la page 121), et il me serait facile de citer des exemples à l'appui.

« Quant aux « écarts qu'il importe d'envisager », d'après M. Rouyer, ils expriment non pas l'avantage dont bénéficie une liste, mais l'avantage dont bénéficie un seul suffrage de la liste. M. Rouyer oublie simplement de considérer que tous ces écarts positifs ou négatifs afférents à chaque suffrage s'ajoutent les uns aux autres pour chaque liste, et (algébriquement) pour toutes les listes de chaque parti. Si l'on considère les résultats obtenus par les partis dans l'ensemble des circonscriptions, il devient évident — voir les résultats des élections belges — que, contrairement à ce qu'affirme M. Rouyer, la méthode d'Hondt n'est pas « celle qui réduit au minimum les avantages dont bénéficie certains partis », même si l'on interprète le mot « avantage » de la manière la plus favorable à la thèse de M. Rouyer.

« M. Rouyer semble affirmer très plaisamment que j'ai confondu les erreurs absolues et les erreurs relatives. Il n'est pas inutile de relever cette assertion plus que fantaisiste. M. Rouyer ne peut ignorer que j'ai fait cette distinction avec le plus grand soin : il suffit de se reporter à la page 162, colonne 2, du numéro du 28 février, ou à la note de la page 121 du numéro du 15, pour s'en convaincre immédiatement.

« Je me dispenserais de discuter tout au long les théories erronées de M. Rouyer et les inexactitudes de sa lettre. J'ai suffisamment mis en évidence, dans l'article du 28 février, les résultats absurdes et grossièrement disproportionnels auxquels conduit l'application du système d'Hondt, pour ne pas montrer, une fois de plus, que ces résultats, que M. Rouyer considère comme « satisfaisants », sont parfaitement inéquitables et inadmissibles.

« Je dirai, en terminant cette brève réplique, que, contrairement à ce qu'affirme M. Rouyer, le choix d'un système de représentation proportionnelle n'est pas simplement affaire conventionnelle. La représentation proportionnelle ne peut être réalisée par des méthodes arbitraires, dont les résultats n'ont rien de commun avec la proportionnalité. Quand j'ai entrepris d'étudier et de résoudre ces questions, j'ai trouvé les mêmes idées fausses et les mêmes conceptions erronées reproduites partout, parce qu'on s'était toujours contenté de raisonner par « à peu près ». Je me suis efforcé de raisonner avec une rigueur mathématique.

« Veuillez agréer, etc.

« Alfred Meyer. »

LE DOMAINE ACTUEL DE LA CHIMIE BIOLOGIQUE¹

Mesdames, Messieurs,

Ce n'est pas sans émotion que je prends ici la parole, après Duclaux, dont l'enseignement illustra — trop peu de temps, hélas! — cet amphithéâtre.

Il me semble encore être assis là, à l'une de vos places, et avoir devant moi ce Maître regretté. Je me représente à la fois la puissance de son esprit, l'étendue de son érudition, la beauté de son talent d'orateur et d'écrivain. Et je pense avec tristesse que tout cela n'est plus, avec surprise que je suis chargé aujourd'hui de poursuivre son enseignement.

Une telle succession est une lourde charge et un grand honneur, ou, plutôt, elle serait un bien grand honneur si on pouvait l'attribuer au mérite. Mais je n'ai même pas à m'arrêter à cette supposition. C'est pour la confiance qu'ils me témoignent que je prie tous ceux qui ont bien voulu participer à mon choix d'agréer ici le témoignage de ma profonde gratitude.

Qu'ils reçoivent en même temps l'assurance de tous mes efforts pour continuer l'œuvre de Duclaux, du même dévouement que ce Maître au progrès de la Science et à la recherche de la Vérité.

I

Chacun de nous s'est probablement demandé un jour quelle est la cause intime de nos manifestations vitales, qu'est-ce qui fait, par exemple, que notre estomac digère, que notre cœur bat, que nous allons et venons au gré de nos désirs, en un mot, que nous sommes vivants.

La question n'est, d'ailleurs, pas nouvelle. Pour peu qu'on étudie l'histoire et qu'on remonte aux origines des religions et des philosophies, on s'aperçoit qu'elle a toujours préoccupé les hommes.

Tout d'abord, on a cru que la vie est une sorte de mystère insondable, quelque chose de surnaturel que nous ne pourrions jamais pénétrer. Puis, peu à peu, avec les progrès de l'observation et de l'expérience, on a pensé que c'est peut-être le résultat d'un mécanisme particulier, très délicat, très compliqué, mais accessible, cependant, à nos moyens d'investigation.

Envisagée sous cet aspect, la question vaut la peine d'être examinée avec soin. Non seulement, elle présente un grand intérêt spéculatif, mais

elle comporte de très importantes conséquences utilitaires.

Dans la première supposition, en effet, nous sommes à la merci de la fatalité; nous n'avons aucune espérance de nous opposer jamais aux coups dont le sort nous menace. Le fatalisme reste notre seul et rudimentaire système de philosophie.

Dans la seconde supposition, au contraire, nous entrevoyons la possibilité de réagir, jusqu'à un certain point, contre la destinée; nous renaissions à l'espérance. Sans doute, le but est difficile à atteindre et un travail énorme nous en sépare. Mais, peu importe, le plan est nettement tracé. Il faut étudier avec soin le mécanisme vital, ses divers organes, leur fonctionnement, les causes de leur marche et leur arrêt. Nous arriverons ainsi, progressivement, à la connaissance de règles précises, dont les unes, concernant le jeu normal du mécanisme, deviendront les bases de l'Hygiène, dont les autres, relatives à son fonctionnement anormal, permettront d'asseoir solidement la Médecine.

En outre, l'extension de ces connaissances aux autres espèces vivantes, animales et végétales, devra nous permettre de modifier, à notre profit, la production du bétail, la nature et la qualité des récoltes, d'augmenter, en un mot, le capital social.

Je n'ai pas l'intention de vous exposer en détail toutes les théories qui ont été émises en vue d'expliquer le phénomène de la vie; un tel exposé nous entraînerait fort loin et serait curieux sans grande utilité. Il témoignerait, une fois de plus, de la lenteur et de la peine avec lesquelles l'esprit humain a évolué, mais il ne saurait nous servir dans la voie du progrès.

Il me suffira de vous dire que toutes ces théories se rattachent plus ou moins à deux types extrêmes: l'un, admettant l'existence d'une force particulière ou force vitale; l'autre, attribuant les diverses manifestations de la vie au jeu des forces connues, physiques et chimiques.

Les théories du premier type, ou théories *vitalistes*, n'existent plus aujourd'hui sous la forme absolue qu'elles avaient aux siècles passés. Au fur et à mesure du progrès des sciences expérimentales, elles ont dû entrer en composition avec les théories du deuxième type, ou théories *mécanistes*.

Aussi peut-on dire qu'il n'y a plus aujourd'hui un seul homme instruit des choses de la Nature qui refuse d'admettre l'intervention des forces physiques chez les êtres vivants, l'existence de réactions purement chimiques chez les animaux et les plantes.

¹ Leçon d'ouverture du Cours de Chimie biologique de la Faculté des Sciences de Paris, professé à l'Institut Pasteur.

La Chimie biologique étudie toutes ces réactions. On peut donc la définir : la partie de la science qui traite des phénomènes chimiques de la vie.

C'est Duclaux qui, le premier, en 1873, s'est servi de l'expression de chimie biologique. Toutefois, il ne lui avait pas donné, à cette époque, le sens étendu que nous lui attribuons aujourd'hui. L'état de nos connaissances était beaucoup moins avancé : il était donc difficile de tracer et, à plus forte raison, de remplir un programme assez complet pour embrasser toute la chimie des êtres vivants.

De plus, les récentes découvertes de Pasteur sur les microbes commençaient à jeter une vive lumière sur les phénomènes de fermentation, phénomènes que l'on avait déjà comparés depuis des siècles, sans preuve, il est vrai, à ceux de la vie normale et de la vie pathologique.

Duclaux comprit, avec sa remarquable clairvoyance, toute la portée que ces découvertes pouvaient avoir au point de vue de la Chimie biologique. Au lieu de dépenser ses forces à parcourir un immense territoire, dont les frontières elles-mêmes étaient encore indéfinies, il préféra les concentrer sur un domaine plus restreint, mais qu'il entrevoyait plein d'avenir. Élève, collaborateur et ami de Pasteur, nul n'était d'ailleurs mieux désigné que lui pour mettre ce domaine en valeur.

II

Le premier soin de Duclaux fut de faire ressortir l'importance des ferments dans la Nature, la place énorme que tiennent les infiniment petits dans le cycle des transformations subies par la matière à travers les êtres vivants.

Semons une graine dans un pot rempli de sable calciné, et arrosons-la de temps en temps avec de l'eau pure. Après quelques jours, la graine germe, se développe et donne une petite plante.

Celle-ci continue à croître, péniblement, puisque nous ne lui donnons que de l'eau ; mais enfin elle augmente d'une manière visible, finit même quelquefois par fleurir et par fructifier. Si on l'analyse, on constate qu'elle renferme des matières organiques diverses : cellulose, amidon, graisse, chlorophylle, etc., en quantités bien supérieures au poids de la graine primitive. La plante a donc organisé, en se servant de l'eau et des gaz de l'atmosphère, les matières organiques trouvées en excès.

Dans les conditions normales, c'est-à-dire dans un sol fertile, le développement de la petite plante aurait été beaucoup plus grand, la production de matières organiques plus abondante. La terre renferme, en effet, des substances minérales solubles, qui s'ajoutent aux éléments de l'eau et de l'air, seuls utilisés dans le premier cas.

La plante nous apparaît donc comme un véritable laboratoire de synthèse organique, susceptible d'emmagasiner de l'énergie extérieure — elle la reçoit du soleil sous forme de chaleur et de lumière — et d'utiliser cette énergie à unir des éléments, d'abord gazeux ou solubles dans l'eau, en des combinaisons de plus en plus complexes et aussi, comme nous le verrons dans la suite de ces leçons, de plus en plus combustibles et de plus en plus alimentaires.

Les animaux herbivores, puis, indirectement, les animaux carnivores, se nourrissent à leur tour de ces combinaisons, de sorte que, à la fin du compte, le monde vivant tout entier trouve ses matériaux de construction dans les gaz de l'atmosphère et dans les principes solubles du sol.

Mais ces deux sources ne sont pas inépuisables. La couche atmosphérique dans laquelle nous vivons n'a guère plus de quelques kilomètres d'épaisseur, et les meilleures terres renferment seulement quelques millièmes de produits solubles assimilables.

Un mécanisme compensateur quelconque est nécessaire pour maintenir le stock de matériaux dans lequel puise la masse des êtres vivants. Sinon, ce stock irait peu à peu en s'amointrissant, et la vie deviendrait un jour impossible.

C'est alors que nous voyons intervenir les microbes, que nous saisissons le rôle et l'importance des fermentations.

Lorsqu'un être vivant, après avoir accompli le cycle de son existence individuelle, vient à mourir, les matières organiques dont son corps est formé entrent, en général, en décomposition et, après un certain temps, elles disparaissent à nos yeux.

Cependant, ces matières organiques ne renferment en elles-mêmes aucun principe de décomposition. Si l'on suspend, dans un endroit sec, une plante ou un très petit animal, cette plante ou cet animal se dessèchent et se conservent ensuite presque indéfiniment. Il en est quelquefois de même pour des corps plus volumineux, et l'on a des exemples de cadavres humains momifiés par simple dessiccation.

En présence de l'eau, la conservation est plus rare, mais également possible. Voici, dans ces matras, des fragments d'organes animaux que j'ai recueillis, il y a six ou sept ans ; je ne les ai pas chauffés, je n'y ai pas ajouté d'antiseptiques ; j'ai simplement opéré avec des soins méticuleux ; vous pouvez voir que ces fragments d'organes sont encore en très bon état. Je puis également vous montrer un échantillon de sang, recueilli il y a plus d'un quart de siècle et enfermé dans ce tube : le caillot et le sérum sont encore distincts, la couleur rouge est à peine modifiée.

Les matières organiques, Pasteur l'a d'ailleurs

bien établi, n'ont donc pas de tendance naturelle à se décomposer. Si, abandonnées à la surface ou dans la profondeur de la terre, elles se comportent autrement et finissent par disparaître, c'est uniquement à cause des microbes. Ces êtres infimes s'implantent en elles, les détruisent peu à peu, les ramènent, enfin, par une série de fermentations, à des formes simples, gazeuses ou solubles, qui retournent dans l'atmosphère et dans le sol, où elles servent à la nutrition des plantes vertes.

D'après cela, et suivant l'expression même de Duclaux, les microbes sont le contrepois nécessaire des grands animaux et des grands végétaux dans l'économie générale du monde.

Mais, dira-t-on, ces microbes sont donc si répandus qu'ils puissent assurer la destruction de toutes les matières organiques et leur retour constant à la matière minérale?

Sans doute, nous fait observer Duclaux. Et, résumant les expériences de Pasteur, de Tyndall, de Miquel, de Joubert, de Chamberland, de Roux, etc., il montre que l'air des villes et des campagnes, que l'eau des rivières et des lacs, que le sol jusqu'à une grande profondeur, renferment toujours des microbes.

Bien mieux, chez les animaux, le tube digestif est presque toujours rempli de microbes, apportés surtout par la nourriture.

On s'explique ainsi pourquoi les cadavres des animaux se putréfient, en général, si rapidement.

L'œuvre de décomposition qui incombe aux microbes est très compliquée. Duclaux en fournit la preuve en étudiant successivement la façon dont les microbes se comportent avec les principales matières organiques rencontrées chez les animaux et chez les végétaux; il nous fait assister aux multiples fermentations des sucres, des graisses, des corps protéiques, etc. De nombreuses espèces de microbes sont nécessaires pour conduire à leurs termes ultimes toutes ces fermentations: il y en a qui attaquent seulement le sucre ou l'albumine; d'autres, l'huile ou la cellulose. Certains commencent la destruction, mais ne peuvent aller au delà d'un certain degré; il faut que de nouvelles espèces la continuent, que d'autres, quelquefois même, la terminent.

L'étude approfondie de toutes ces fermentations, de toutes ces actions microbiennes, n'a pas seulement comme intérêt de nous renseigner sur la façon dont la matière organique retourne au monde minéral. Beaucoup d'entre elles sont utilisées par l'homme et méritent, sous ce rapport, une attention particulière. Ce sont, en général, celles qui correspondent aux premières étapes de décomposition.

La fabrication du vin, par exemple, repose sur

la décomposition des sucres, contenus dans le jus du raisin, en alcool et en gaz carbonique. On appelle *levure* l'être microscopique qui produit cette décomposition spéciale, au cours de laquelle on voit le liquide entrer dans une espèce d'ébullition à cause du gaz qui se dégage. C'est même de là que vient le mot général de fermentation, dont la racine, *fervere*, signifie bouillir.

La fabrication du cidre, de la bière, et de plusieurs autres boissons dites fermentées, repose également sur la décomposition alcoolique des sucres sous l'influence d'une levure.

La transformation du vin en vinaigre nous représente une nouvelle étape de décomposition microbienne du sucre, mise à profit par l'industrie des hommes. Dans ce cas, c'est une bactérie, le *Mycoderma Aceti* de Pasteur, qui fait disparaître l'alcool du vin et le transforme en acide acétique. On doit veiller, quand on fabrique le vinaigre, à ce que la fermentation n'aille pas trop loin; sinon, l'acide acétique disparaîtrait à son tour à l'état d'eau et de gaz carbonique.

A ces premiers exemples de fermentations devenues véritablement industrielles, on pourrait en ajouter beaucoup d'autres: celles qui interviennent dans la fabrication des fromages, le rouissage des plantes textiles; la préparation des cuirs, la production du fumier de ferme, etc.

Les microbes, qui jouent un rôle si important dans l'économie générale du monde et rendent de si grands services à l'industrie humaine, deviennent aussi quelquefois nos ennemis. C'est quand, au lieu de s'attaquer à la matière morte, ils s'en prennent à la matière vivante. Ils peuvent alors occasionner des désordres graves qui compromettent la santé et même la vie de l'homme, des animaux ou des plantes.

En exposant les belles recherches de Pasteur sur la pébrine et la flacherie des vers à soie, sur la septicémie, le choléra des poules, etc., Duclaux a très bien fait ressortir cette étroite analogie qui existe entre diverses maladies et les fermentations.

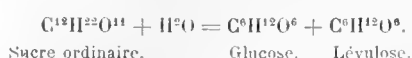
III

L'étude détaillée de toutes les transformations de la matière, alors imputables aux ferments, constitue toute une série de chapitres remarquables de la Chimie biologique de Duclaux.

Car toutes ces transformations microbiennes appartiennent bien au domaine de la Chimie et même de la Chimie précise. A ce point que, lorsqu'une fermentation est connue, on peut la représenter par des symboles, par une équation tout à fait analogue à celles qui nous servent couram-

ment, dans les laboratoires, pour exprimer les réactions chimiques ordinaires.

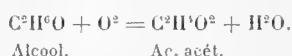
Quand la levure attaque le sucre, elle commence par le dédoubler, le décomposer en un mélange à parties égales de glucose et de lévulose, comme lorsque nous faisons bouillir ce sucre avec de l'acide sulfurique étendu. La transformation, identique dans les deux cas, se représente par l'équation suivante :



Dans une seconde phase, la levure réagit sur le glucose et le lévulose produits et donne, presque quantitativement, de l'alcool et du gaz carbonique :

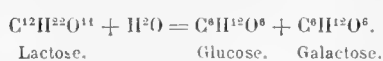


Si on fait intervenir alors le *Mycoderma Aceti*, l'alcool est oxydé et converti en acide acétique. Nous savons reproduire artificiellement cette transformation, en oxydant l'alcool par un réactif convenable, par exemple, par l'acide chromique. Nous pouvons donc l'exprimer avec certitude par l'équation :



La fermentation lactique, celle qui entraîne la coagulation spontanée du lait ou, comme on dit encore, la production du caillé, est due à la transformation microbienne du lactose contenu dans le lait.

Le lactose est d'abord dédoublé; il donne, par hydratation, du glucose et du galactose :



Puis ces deux sucres passent à l'état d'acide lactique :



Dans les laboratoires de Chimie, on peut arriver au même résultat par ébullition avec de la potasse; la réaction est identique.

Et ainsi de suite pour beaucoup d'autres fermentations.

Mais il ne suffit pas d'avoir défini aussi exactement les actions exercées par les microbes pour être au bout du mystère. Une seule minute de réflexion montre qu'il faut aller plus loin et fait surgir un nouveau problème.

Les ferments, venons-nous de voir, attaquent les matières organiques, les dédoublent, les oxydent, etc., à la manière de nos réactifs chimiques. Ils ne peuvent, cependant, utiliser ni l'acide chromique, ni l'acide sulfurique bouillant, ni la potasse concentrée, ni aucun corps de ce genre, dont la

présence est incompatible avec l'exercice de la vie.

Ils doivent donc avoir d'autres moyens, d'autres réactifs que ceux de nos laboratoires pour arriver à leur but.

Au moment où Duclaux inaugurerait son enseignement, on commençait à entrevoir une réponse à ce mystérieux problème. Les faits, à la vérité, n'étaient pas très nombreux; mais, enfin, on tenait quelque chose, le commencement d'une explication. C'est ainsi que Berthelot avait réussi à extraire de la levure une substance particulière, insoluble dans l'alcool, très altérable, et dont la solution aqueuse dédoublait le sucre en glucose et en lévulose, dès la température ordinaire.

Duclaux rassembla ces quelques faits, en fit connaître de nouveaux, particulièrement au cours de ses intéressantes recherches sur le lait et sur la fabrication des fromages, et réussit à faire de tout cet ensemble de connaissances sur les réactifs vivants — depuis appelés *diastases* — une des parties les plus attrayantes de la science des fermentations et même de la Chimie biologique tout entière.

Il ne faudrait pas croire, maintenant, que les phénomènes chimiques de la vie des microbes soient particuliers à ces petits êtres et qu'on n'en rencontre l'équivalent ni chez les plantes supérieures, ni chez les animaux.

Je vous ai dit, au commencement de cette leçon, que, lorsqu'une plante verte se développe, elle fabrique de la matière organique en combinant les matériaux très simples qu'elle puise dans l'atmosphère et dans le sol. Cette synthèse consomme une certaine quantité d'énergie, et la plante arrive à la réaliser parce qu'elle emmagasine dans le jour, grâce à sa chlorophylle, la lumière et la chaleur que le soleil lui envoie.

Mais la plante ne fabrique pas seulement de la matière organique; elle en détruit aussi d'une façon continue. Si elle augmente de poids au cours de son existence, c'est que, en général, la production l'emporte sur la consommation. Mais il n'en est pas toujours ainsi. En l'absence de lumière, c'est-à-dire pendant la nuit, le sens des échanges chimiques est renversé: les phénomènes destructifs prédominent. Il en est de même au commencement de la végétation, quand la graine germe, ou bien encore dans certains organes, comme les fruits en maturation.

Si l'on étudie alors ce qui se passe, on voit que la plante fait disparaître de la matière organique, de l'amidon, de l'huile, de l'albumine, absolument comme les microbes au cours des fermentations.

Mettons des haricots à germer dans un flacon plein d'eau, ou bien enfermons des poires dans un bocal. Au bout de quelques jours, nous pourrons

constater, malgré l'absence de toute levure, une véritable fermentation alcoolique. Les haricots et les poires, privés d'oxygène, transforment leurs matériaux sucrés en alcool et en gaz carbonique.

Toutes les graines en germant, tous les tubercules que l'on conserve dans une cave ou les racines dans un silo, perdent progressivement de leurs poids et dégagent du gaz carbonique.

Chez les animaux, les phénomènes destructifs sont encore plus importants. N'ayant pas la faculté d'emmagasiner la lumière du soleil, ils doivent détruire une grande partie des aliments qu'ils ingèrent pour libérer la quantité d'énergie indispensable à la synthèse de leurs principes immédiats. Les phases de destruction et les produits obtenus sont encore les mêmes que dans les fermentations microbiennes.

Mais l'analogie ne s'arrête pas là; elle se poursuit jusque dans le mécanisme intime des décompositions effectuées par les végétaux et par les animaux. Ces êtres supérieurs produisent, en effet, des diastases identiques à celles des microbes.

On peut extraire, par exemple, des feuilles de la betterave, du jabot de l'abeille ou de l'intestin des Mammifères, une substance ayant toutes les propriétés de la diastase de la levure, comme elle très altérable, soluble dans l'eau, décomposant le sucre en glucose et en lévulose à la température ordinaire.

On est ainsi amené, peu à peu, à envisager avec Duclaux la connaissance des ferments et des fermentations, non plus comme une science tout à fait à part, mais plutôt comme une division de la Chimie générale des êtres vivants, comme une branche importante de la Chimie biologique.

Aujourd'hui, toutes ces notions, développées par Duclaux avec un rare talent, sont acceptées par tout le monde. Il n'y a plus de chimiste, comme Liebig, pour nier le rôle des microbes dans les fermentations; il n'y en a plus, comme Frémy, pour rejeter l'existence matérielle des diastases. Le grand effort est accompli, le résultat est brillamment atteint.

IV

Nous profiterons de cet avantage pour revenir à un programme plus général d'enseignement. Au lieu de laisser aux fermentations microbiennes la place prépondérante qu'elles avaient d'abord si utilement occupée, nous leur demanderons de se tasser un peu; au lieu de les étudier en elles-mêmes, nous les considérerons seulement comme des cas favorables à l'étude de certaines transformations chimiques communes à tous les êtres vivants.

Nous abandonnerons, en même temps, l'étude

descriptive des microbes; cette étude est maintenant du ressort de la Microbiologie proprement dite, et nous n'avons pas plus à empiéter sur ce terrain que sur celui de la Zoologie ou de la Botanique.

A la faveur de ces modifications, nous pourrions introduire dans le nouveau programme un grand nombre de connaissances récemment acquises, soit dans le domaine de la vie animale, soit dans celui de la vie végétale, et qui intéressent au plus haut point la Chimie biologique pure ou appliquée.

Les plus simples de ces connaissances se rapportent à la composition chimique des êtres vivants.

On enseignait encore, il n'y a pas de longues années, qu'un petit nombre d'éléments, 12 à 15 environ, suffisaient à composer tous les principes immédiats des animaux et des plantes: le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, le soufre, le phosphore, le calcium, etc. En dehors de ces corps simples, de ces éléments fondamentaux, on en avait bien signalé, çà et là, quelques autres, mais c'était toujours en proportions si infimes qu'on n'avait mis aucune hésitation à déclarer leur présence purement accidentelle.

Trinchinetti, puis Dehérain, avaient montré, par des expériences probantes, qu'une plante saine, arrosée avec des dissolutions salines, absorbe indifféremment tous les métaux, même lorsque ceux-ci peuvent, après quelque temps, entraîner la mort de la plante. Il était donc naturel d'admettre, sans y attacher d'importance, le passage d'une trace d'iode, de zinc, de manganèse, de cuivre, etc., contenue dans certains sols, d'abord dans l'organisme des végétaux, puis, de là, dans celui des animaux.

Or, des recherches récentes ont fourni la preuve qu'il fallait, du moins dans certains cas, modifier complètement cette manière de voir. On a découvert des principes immédiats, c'est-à-dire des composants normaux de l'organisme, dans lesquels entrent certains métalloïdes ou certains métaux dont la présence avait paru jusque-là dénuée d'intérêt biologique.

Je vous citerai, par exemple, l'hémocyanine du sang des Crustacés et des Mollusques, substance respiratoire étudiée d'abord par Fredericq, obtenue à l'état cristallisé par Henze, et qui renferme du cuivre; le principe actif des glandes thyroïdes, la thyroïdine de Baumann, dans laquelle il y a de l'iode; la laccase, diastase oxydante trouvée d'abord dans le suc laiteux de l'arbre à laque de la Chine et du Japon, qui contient du manganèse, etc.

Toutes ces découvertes donnent à la composition élémentaire des êtres vivants une importance beaucoup plus grande qu'autrefois, et conduisent

à rechercher le rôle de tout corps simple dont la présence serait établie d'une manière définitive.

C'est en poursuivant des recherches dans cette direction qu'on a pu démontrer tout récemment l'existence normale de l'arsenic chez les animaux, et mettre fin à un malheureux axiome de toxicologie, au nom duquel on avait condamné des innocents. La Chimie biologique a servi, dans cette circonstance, la cause de la Justice.

La connaissance de la composition élémentaire des êtres vivants est déjà intéressante à considérer puisqu'elle permet de résoudre quelques problèmes de Chimie biologique ; mais elle est surtout une introduction à la connaissance, plus difficile et plus profitable encore, de la composition immédiate des animaux et des plantes.

Sous ce rapport, un grand nombre de faits nouveaux ont aussi été acquis à la science dans ces dernières années.

On a découvert des principes immédiats de toutes sortes : les uns rentrent dans les grands groupes de substances auxquels on attribuait presque exclusivement autrefois de l'importance : les hydrates de carbone, les matières grasses et les corps protéiques ; les autres montrent par leur fréquence le rôle actif qu'ils doivent remplir dans les mutations de la matière et le fonctionnement chimique de la vie : ce sont les phénols, certains corps azotés, etc.

L'étude approfondie de tous ces principes immédiats a permis d'entrevoir des relations, d'abord insoupçonnées, dont la connaissance est des plus précieuses au point de vue qui nous occupe.

Ainsi, on est parvenu à déterminer, jusque dans ses derniers détails, la forme de l'édifice moléculaire de beaucoup de principes immédiats. Souvent, on a pu en transformer plusieurs les uns dans les autres par de simples artifices de laboratoire ; dans certains cas, enfin, on est arrivé à les reproduire artificiellement. Ces résultats remarquables nous permettent aujourd'hui de suivre et d'interpréter un grand nombre de transformations naturelles qui, au temps de Pasteur, par exemple, eussent paru inexplicables.

C'est, en effet, une remarque utile à faire que les progrès de la Chimie biologique sont intimement liés à ceux de la Chimie générale. Sans la connaissance exacte de la chimie des corps minéraux et des corps organiques, il n'y a pas de découvertes précises à faire dans la chimie, autrement délicate, des être vivants.

Si Pasteur a tiré un si grand profit de ses études sur les fermentations, c'est qu'il a choisi des cas où les substances attaquées par les microbes étaient bien connues, ceux où il était pos-

sible, par conséquent, de suivre, qualitativement et quantitativement, toutes les phases de la décomposition.

Ces cas étaient, à la vérité, fort simples ; mais, à ce moment-là, la Chimie était moins avancée et Pasteur a tiré d'elle tout ce qu'il était possible. Aujourd'hui, grâce aux perfectionnements de la technique et aux connaissances plus profondes de la constitution et des propriétés des principes immédiats, on peut entreprendre l'étude de fermentations très compliquées, comme celles des albuminoïdes, et arriver déjà à éclaircir, d'une façon assez précise, les phénomènes de la digestion des aliments et beaucoup d'autres analogues.

On peut aussi, dans une direction tout à fait opposée, aborder des transformations biochimiques de la plus haute importance, mais qui ne pouvaient, par leur nature même, rentrer dans le cadre d'un cours sur les fermentations. Ce sont les synthèses, c'est-à-dire les transformations chimiques qui permettent aux êtres vivants non plus de détruire la matière organique complexe et de l'amener aux termes simples de gaz et de sels minéraux, mais, au contraire, d'édifier, aux dépens de ces mêmes termes, toutes les substances : sucres, amidon, glycogène, cellulose, graisses, albumines, etc., qui entrent dans la composition de leur organisme.

Je n'irai pas jusqu'à prétendre qu'on puisse décrire tous les degrés de complication auxquels les êtres vivants élèvent peu à peu la matière organique, soutenir qu'on puisse représenter, par exemple, avec certitude, comment, avec de l'eau, du gaz carbonique et quelques sels, la plante fabrique successivement de l'amidon, de l'huile ou de l'albumine. J'avouerai, au contraire, qu'on n'a pu saisir sur le vif que dans un petit nombre de cas le mécanisme naturel qui donne naissance à telle ou telle substance organique.

Mais, quelquefois, on a réussi, par l'analyse chimique, à déceler dans un même organe, ou dans plusieurs organes reliés physiologiquement, l'existence de plusieurs principes organiques si voisins les uns des autres, qu'on est bien en droit d'admettre leur naturelle dérivation. Par exemple : le glucose et le glycogène dans le foie, ou le glucose et l'amidon dans les feuilles ; certains corps volatils dans une glande à essence ; divers alcaloïdes de la même série dans une plante, etc.

En utilisant tous ces résultats, en les comparant même, s'il le faut, avec ceux de la synthèse artificielle, on peut arriver déjà à se faire une idée assez exacte des moyens mis en œuvre par les êtres vivants pour produire la matière organique à partir des plus simples combinaisons minérales qui sont à leur disposition.

V

En dehors de ces considérations sur la composition chimique des plantes et des animaux et sur les fonctions synthétiques de ces êtres, les découvertes récentes de la Chimie biologique nous permettent aussi d'entrer d'une façon plus intime que jamais dans le mécanisme de la vie.

Nous avons vu, en résumant les chapitres essentiels du cours de Duclaux sur les fermentations, que les microbes et, avec eux, les êtres supérieurs fabriquent des réactifs particuliers, très altérables, appelés diastases. Dans un assez grand nombre de circonstances, on a pu isoler ces réactifs et les obtenir sous la forme de dissolutions aqueuses. On a reproduit alors, avec ces dissolutions, exactement les mêmes phénomènes chimiques que l'on avait, avant, l'habitude d'attribuer aux microbes et aux êtres vivants eux-mêmes. Le mystère de la vie n'a pas été par là tout à fait résolu, mais on l'a beaucoup pénétré, puisqu'on l'a réduit, pour une grande part, à la production de quelques diastases, c'est-à-dire de substances dont on doit pouvoir déterminer la constitution et effectuer la synthèse, comme on l'a fait déjà pour d'autres principes naturels.

Mais ici commencent de grandes difficultés.

Les diastases sont, je vous l'ai déjà dit, des substances très altérables; sous ce rapport, elles rappellent, jusqu'à un certain point, les organismes d'où on les tire : les moindres influences chimiques ou physiques suffisent pour atténuer et même pour anéantir rapidement leur activité.

Voici, par exemple, un peu d'une solution de présure, obtenue avec l'estomac d'un jeune veau. Cette solution va nous permettre de reproduire, *in vitro*, la première phase du phénomène de la digestion du lait, c'est-à-dire la coagulation. Il suffit d'en verser une très petite quantité dans du lait maintenu à la température du corps; après quelques minutes, la matière albuminoïde sera complètement coagulée, caillée, et le lait transformé en une masse presque solide.

Nous allons vous montrer qu'il suffit de porter un seul instant la solution diastasique de présure à l'ébullition pour lui faire perdre son activité. En la chauffant, nous aurons pour ainsi dire tué la diastase.

La dessiccation, le contact prolongé de l'alcool, l'action poursuivie de la lumière du soleil, agissent d'une manière analogue.

Il y a même des diastases, comme celle qui opère la digestion des matières grasses dans les graines en germination, qui ne peuvent supporter le contact de l'eau.

Cette altérabilité extrême est déjà défavorable à

l'étude des diastases. Mais ce n'est pas tout. Ces curieuses substances, qui sont extraordinairement actives, n'existent jamais qu'en petites proportions dans l'organisme. Par contre, elles sont accompagnées de toutes sortes de corps, azotés ou non, qui rendent leur purification difficile et conduisent à des méprises quand on étudie leurs propriétés et leur composition chimique.

Pour vous donner une idée de l'activité des diastases, je vous dirai que la présure, dont nous nous sommes servi il y a un instant, peut cailler aisément 10.000 fois son poids de lait.

Voici une diastase oxydante, assez répandue chez les plantes et les animaux, qui agit sur la tyrosine et la colore successivement en rouge, puis en noir. — J'en verse un peu dans une solution de tyrosine. — Elle intervient dans la production de certains pigments naturels, par exemple de l'encre dont se servent les seiches pour troubler l'eau et dépister leurs ennemis. Il suffit qu'une solution en renferme $\frac{1}{125.000}$ pour amener la coloration qui se développe en ce moment sous vos yeux.

Il est facile de comprendre comment l'énorme activité des diastases, loin d'en favoriser l'étude, devient souvent un obstacle.

Les procédés dont nous disposons pour l'extraction des réactifs vitaux sont encore, malgré tous les perfectionnements, assez rudimentaires. Ils consistent, en principe, à réduire les organes en une bouillie très fine, à séparer la partie liquide à la presse, puis à ajouter à celle-ci un grand volume d'alcool; il se fait un précipité; on le recueille rapidement, et on le dessèche dans le vide. Souvent aussi, on épuise l'organe par l'eau ou la glycérine, et c'est la solution résultante qu'on précipite.

On obtient ainsi des préparations qui sont parfois si actives qu'on pense avoir affaire à une diastase pure. Les recherches récentes ont démontré que c'est là une illusion, qu'on a seulement entre les mains un mélange de diastase avec des quantités plus ou moins grandes de substances inertes, également précipitables par l'alcool. Beaucoup de chimistes, trompés par cette illusion, ont perdu un temps précieux à analyser et à étudier de tels mélanges; tous leurs résultats ont été faussés dans une large mesure par la présence d'inséparables impuretés.

Et pourtant, nous sommes vivement intéressés à connaître le plus tôt possible la solution du problème. Il y a, en effet, deux groupes de diastases dont l'action particulière touche de près à notre santé et à notre vie.

Le premier est celui des diastases qui sont produites par les microbes pathogènes, par ceux qui causent le tétanos, la diphtérie, la tuberculose, etc.

Ces diastases vénéneuses, dont la découverte est due surtout aux travaux de MM. Charrin, Chantemesse et Widal, Roux et Yersin, ont reçu le nom général de *toxines*. Elles sont, comme toutes les diastases, facilement altérables. Quant à leur activité, elle est parfois formidable. M. Vaillard a obtenu, par exemple, une solution de culture tétanique dont deux gouttes pouvaient tuer un cheval de 600 kilogs. Or, il n'y avait certainement pas dans ces deux gouttes un milligramme de toxine.

Les travaux acharnés auxquels a donné lieu l'étude des toxines, dans l'espérance de paralyser leurs effets et de vaincre la maladie, ont eu comme conséquence, heureuse la découverte d'un second groupe de substances diastasiques, dont l'action est précisément opposée à celle des toxines. C'est le groupe des *antitoxines*.

MM. Richet et Héricourt avaient observé, en 1888, que le sang des chiens et des lapins ayant résisté à la maladie causée par un microbe spécial vaccinait les animaux de même espèce contre ce microbe. L'importance de ce fait ne fut pas tout d'abord appréciée, mais il prit une grande valeur lorsque, en 1890, MM. Behring et Kilasato démontrèrent que le sang des lapins réfractaires au tétanos entrave l'évolution de cette maladie chez les lapins neufs auxquels on l'inocule et, surtout, quand ils eurent prouvé que la propriété vaccinante est due à une substance dissoute dans le liquide sanguin et non à un organisme vivant, comme un microbe modifié.

Ces expériences ont été perfectionnées depuis et étendues à des cas variés. On est parvenu ainsi à quelques résultats pratiques encourageants, parmi lesquels la méthode sérothérapique pour la guérison de la diphtérie restera comme le plus complet et le plus bel exemple.

L'étude des toxines et des antitoxines est encore plus difficile que celle des diastases proprement dites, des diastases qui produisent les réactions chimiques très nettes dont je vous ai parlé tout à l'heure.

On n'a, en effet, pour déceler et doser les toxines que des phénomènes physiologiques, des troubles plus ou moins graves produits chez des animaux; or, on ne sait rien sur la nature intime de ces phénomènes. On pense bien qu'il s'agit, là aussi, de réactions chimiques définies, mais on n'en a encore aucune preuve. Il ne reste donc plus qu'une ressource pour avancer : c'est de procéder par analogie.

La méthode consiste à rapprocher le plus possible, par la recherche de caractères communs, les toxines, les antitoxines et les diastases proprement dites, puis à étendre aux trois groupes toute propriété nouvelle découverte dans l'un d'eux.

Pour rapprocher les toxines et les antitoxines

des diastases, on a cherché si ces dernières, injectées à des animaux, donneraient des *anti-diastases*. On y est parfaitement parvenu, et nous connaissons aujourd'hui un sérum qui empêche la présure de cailler le lait, un autre qui s'oppose à l'oxydation diastasique de la tyrosine, etc.

Le bénéfice qui résulte de ce rapprochement, c'est que les diastases ordinaires et, avec elles, les antidiastases, donnant lieu à des transformations connues et mesurables, sont sans doute les plus accessibles à l'étude, et que tout progrès réalisé avec elles devra s'appliquer immédiatement aux toxines et antitoxines.

VI

Mais plus nous avançons dans notre tâche d'éclaircir le problème de la vie, plus nous rencontrons de difficultés. Pour l'instant, nous ne connaissons rien ou presque rien sur la manière d'agir des diastases, des toxines et des substances empêchantes qui leur correspondent. Beaucoup de ceux qui s'en occupent considèrent encore ces substances comme mystérieuses et personne n'ose aborder leur constitution.

Une telle réserve me paraît excessive et je crois, en m'appuyant sur les faits les plus nouveaux, qu'il est déjà possible, au contraire, de parler de la constitution des substances diastasiques.

A cet égard, la connaissance de la laccase est particulièrement précieuse. Je vous ai déjà dit, au commencement de cette leçon, d'où provenait cette diastase oxydante : du suc laiteux de l'arbre à laque employé en Asie orientale pour la confection et le vernissage des meubles. La laccase a été rencontrée aussi chez beaucoup d'animaux et, pour ainsi dire, dans toutes les plantes. Elle intervient dans les phénomènes respiratoires et, souvent, trahit sa présence par des changements de couleur.

Ainsi, quand on a coupé une pomme, on voit la chair prendre lentement une coloration rougeâtre par oxydation du tannin sous l'influence de l'air et de la laccase. Dans des conditions analogues, certains champignons deviennent verts ou bleus, etc.

Or, voici ce que j'ai trouvé. Quand on chauffe la laccase dans une capsule de platine, à la température du rouge, la matière organique, dont elle est presque entièrement formée, brûle et disparaît; il reste une faible quantité de cendres rouge-brun, dans lesquelles l'analyse chimique démontre la présence du manganèse.

Trois échantillons de laccase ont donné les chiffres suivants :

N° 1.	0,159 % de Mn.
N° 2.	0,126 —
N° 3.	0,098 —

Si on fait agir ces trois échantillons sur une dissolution d'hydroquinone, — substance bien connue des photographes et qu'on trouve à l'état naturel dans certaines plantes, comme le poirier, — on constate une oxydation énergique de l'hydroquinone. En même temps, l'oxygène de l'air est vivement absorbé. Si l'on opère dans des conditions comparables, on trouve que les volumes d'oxygène sont respectivement :

Avec l'échantillon n° 1.	19,1 cc.
— n° 2.	15,5 —
— n° 3.	10,6 —

c'est-à-dire qu'ils varient dans le même sens que la teneur en manganèse. Ce n'est pas là une simple coïncidence, car, si on enlève le manganèse par un artifice convenable, le résidu organique de la laccase perd la propriété d'oxyder l'hydroquinone; il la récupère plus tard, quand on lui rend le manganèse.

Tous ces résultats sont faciles à interpréter, si on considère ce qui se passe quand, au lieu de laccase, on fait agir un sel de manganèse, minéral ou organique, sur l'hydroquinone.

Le sel, en solution aqueuse, est partiellement hydrolysé, c'est-à-dire décomposé par fixation d'eau en un mélange d'acide libre et de protoxyde de manganèse :



Le protoxyde de manganèse, on le sait, s'oxyde spontanément au contact de l'air. Cette propriété est même exploitée industriellement dans le procédé Weldon, pour la régénération du bioxyde servant à préparer le chlore. Au cours de cette oxydation, la molécule d'oxygène libre O^2 est dédoublée en ses deux atomes, atomes non saturés et par conséquent plus actifs; l'un d'eux se fixe sur le protoxyde de manganèse pour donner du bioxyde :

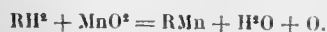


tandis que l'autre se porte sur l'hydroquinone, qui, seule, résisterait au contact de l'oxygène moléculaire.

L'expérience montre, en effet, qu'une solution d'hydroquinone contenant du protoxyde de manganèse en suspension donne à la fois, au contact de l'air, du bioxyde et de la quinone.

Cette réaction doit donc se passer quand on ajoute un sel manganéux à une solution d'hydroquinone. Mais alors il y a en présence de l'acide libre, du bioxyde de manganèse et un excès du corps organique.

Grâce à ce dernier, dont la chaleur d'oxydation s'ajoute à la chaleur de formation du sel manganéux, il y a réaction entre l'acide et le bioxyde :



L'atome d'oxygène mis en liberté attaque une nouvelle quantité d'hydroquinone, et le sel primitif est régénéré.

L'exactitude de cette interprétation est démontrée par ce fait que le bioxyde de manganèse, stable dans l'eau acidulée, s'y réduit aussitôt en donnant un sel manganéux, quand on y ajoute de l'hydroquinone.

Il résulte de cet ensemble de réactions qu'un poids déterminé, même très petit, de sel manganéux oxyde, aux dépens de l'air, un poids illimité d'hydroquinone. C'est aussi ce que fait la laccase. Seulement, il y a une différence entre les deux cas, entre celui des sels dont je viens de vous parler et celui de la substance diastasique; l'oxydation est beaucoup plus rapide avec cette dernière : c'est comme si le manganèse était plus actif lorsqu'il est lié à la substance organique de la laccase que lorsqu'il est lié à un autre composé acide. On pourrait résumer ces notions en disant que, dans les oxydations effectuées par la laccase, il entre en jeu un système de deux substances complémentaires : l'une, représentée par le manganèse, suffit à produire la réaction considérée et pourrait, à cause de cela, être appelée la *complémentaire active*; l'autre, de nature organique, altérable par la chaleur, est la *complémentaire activante*.

Cette conception ne doit pas être restreinte à la laccase; je pense qu'on peut l'étendre à un grand nombre, sinon à toutes les substances diastiques.

Voyez comment se fait la digestion des matières albuminoïdes dans l'estomac : sous l'influence combinée d'une diastase et d'un acide; en l'espèce, cet acide est de l'acide chlorhydrique, mais, *in vitro*, nous pouvons le remplacer par un autre. Or, il est possible, sans la diastase, uniquement avec un acide, de reproduire les phases principales de la digestion des matières albuminoïdes. Seulement, il faut opérer avec une concentration beaucoup plus grande que celle de l'estomac, et favoriser l'action en chauffant davantage. A la dose voisine de 2 millièmes d'acide chlorhydrique contenue dans le suc gastrique et à la température du corps, on arriverait sans doute au même résultat, mais il faudrait un temps très long. La diastase abrège ce temps : elle active l'acide chlorhydrique, ou, d'une manière générale, le réactif à fonction acide.

La même chose se présente avec la diastase qui saponifie les matières grasses dans les graines en germination. Connstein, Hoyer et Wartenberg ont montré, en effet, que cette saponification s'accomplit seulement en présence d'un acide. Dans les laboratoires, on savait déjà saponifier les matières grasses par l'action seule des acides; mais, si l'on avait dû opérer à la concentration qui suffit en

présence de la diastase, on y serait difficilement arrivé.

Il y a des cas où la quantité d'acide activée par la diastase est excessivement petite : dans le déboulement du sucre ordinaire, par exemple. Il y en a aussi où l'acide doit être remplacé par un corps basique, comme le carbonate de sodium ou une terre alcaline ; cela arrive dans la digestion pancréatique.

Mais toujours on peut faire la même remarque : il y a une première substance qui suffit, à la rigueur, à produire l'action considérée ; il y en a une seconde qui augmente sa vitesse de réaction : il y a une substance active et une substance activante.

Dans les exemples qui viennent de nous servir, la complémentaire active était de constitution très simple, purement minérale, mais il pourrait en être autrement. Il suffit d'observer que cette complémentaire intervient uniquement par sa fonction chimique et qu'une substance compliquée, de nature protéique, par exemple, pourrait tout aussi bien servir, pourvu qu'elle renfermât le groupement fonctionnel indispensable.

Il semble que ce soit précisément le cas avec certaines diastases et, en particulier, avec certaines toxines et anti-toxines.

Nous voici arrivés maintenant au mécanisme de l'activation. Pour le moment, c'est le moins connu et peut-être aussi le plus difficile à comprendre. Néanmoins, j'espère pouvoir vous en donner un commencement d'explication — ainsi que d'autres propriétés des diastases — quand nous aurons vu ensemble, dans nos futures leçons, ce qu'il faut connaître de l'état colloïdal et de l'affinité capillaire.

VII

L'activation est quelquefois si prodigieuse qu'on hésite avant d'y croire. Elle permet l'intervention sensible d'une substance active à des dilutions où il serait absolument impossible de déceler cette substance par ses meilleures réactions analytiques.

Je ne puis résister au désir de vous donner une idée de cette activation par quelques expériences.

Voici une solution de chlorure de manganèse à 1 pour mille ; on l'a diluée successivement, dans une série d'éprouvettes, aux titres de 1/10.000, 1/100.000, 1/500.000, 1/1.000.000.

Si l'on verse maintenant, dans chacune de ces dilutions, un peu de soude et d'eau oxygénée, on obtient un précipité brun de bioxyde, caractéristique de la présence du manganèse. Comme vous voyez, ce précipité diminue avec la dilution et, à partir de 1/500.000, on ne voit plus rien du tout. C'est déjà une belle sensibilité.

Eh bien, elle n'est rien en comparaison de celle

qu'on peut atteindre à l'aide de la laccase. On va vous le montrer en utilisant la belle coloration bleue que produit la laccase lorsqu'on y ajoute de la résine de gayac.

La solution de laccase employée dans ce premier verre ne renferme pas plus de 1/500.000 de manganèse.

Celle qui est dans le second en contient seulement 1/1.000.000.

Enfin, dans le troisième, la dilution est encore plus grande ; elle atteint 1/5.000.000.

Si nous ajoutons de la résine de gayac sous forme de solution alcoolique, le précipité blanc de résine se colore en bleu par oxydation. La réaction est d'autant plus lente qu'il y a moins de laccase ; elle apparaît encore lorsqu'il n'y a plus, sous forme de ferment soluble, que 1/1.000.000.000 de manganèse, c'est-à-dire 1 gramme de métal dans 1.000 mètres cubes !

Après cette expérience, dans laquelle une trace infinitésimale de métal a suffi pour obtenir une action diastasique positive, on va vous en faire voir une autre dans laquelle le métal remplira, au contraire, le rôle d'une anti-diastase. Cette expérience consiste à paralyser la digestion de l'amidon à l'aide d'un sel de cuivre.

Quand une graine amyliacée, telle que le blé, l'orge, etc., est mise à germer, sa réserve d'amidon disparaît peu à peu ; elle est dissoute et transformée en sucre par une diastase particulière qui a reçu le nom d'amylase. Cette amylase se rencontre aussi dans les feuilles chez les plantes vertes, dans la salive, le suc pancréatique, chez les animaux supérieurs.

Il est facile de mettre son action en évidence en s'appuyant sur ce fait que l'iode colore l'empois d'amidon en bleu intense, tandis qu'il ne donne plus de coloration, ou seulement une légère coloration rougeâtre, quand la digestion a été opérée par l'amylase.

Or, une trace de cuivre empêche l'amylase de fonctionner ; elle protège l'amidon contre l'attaque de la diastase à la manière d'un sérum curatif, d'une antitoxine, protégeant un animal contre l'attaque d'une toxine.

On a reproduit, en la modifiant un peu, cette expérience d'Ewert. Voici deux matras dans lesquels se trouve la même quantité d'amidon additionnée de la même proportion d'amylase ; la seule différence, c'est qu'on a ajouté une trace de sulfate de cuivre dans le n° 1, tandis qu'on n'en a pas mis dans le n° 2. L'expérience a été préparée il y a environ deux heures et doit être terminée. Vous allez pouvoir constater que, dans le matras n° 1, l'amidon est resté inattaqué : il se colore en bleu par l'iode ; dans le matras n° 2, au contraire, l'amy-

lase a fonctionné, la digestion est presque complète, et il ne reste plus d'amidon; si l'on ajoute de l'iode, il n'y a pas de coloration ou seulement une faible coloration rougeâtre.

Je vais certainement vous étonner en vous disant qu'on n'a pas introduit dans les 100 c. c. de liquide en réaction plus de 0 gr. 000.000.001.5 de cuivre à l'état de sulfate pour obtenir ce résultat. En opérant sur un petit volume, par exemple, sur 1 centimètre cube, on pourrait donc déceler ainsi 0 gr. 000.000.000.015 de cuivre.

Le ferrocyanure de potassium, qui est pourtant très sensible, ne décèle guère plus de 1/100.000 de cuivre en solution dans l'eau.

Je dois vous dire que, pour réussir cette expérience délicate, nous avons dû prendre de grandes précautions, des vases parfaitement propres, de l'eau redistillée dans un appareil tout en verre, etc.

Je n'exagérerais donc pas tout à l'heure, à propos de la composition élémentaire des êtres vivants, quand j'insistais sur la nécessité d'une étude approfondie de cette composition, sur l'intérêt que peut avoir la présence de certains corps simples, même à l'état de traces, chez les animaux et chez les plantes.

La Chimie biologique avait eu jusqu'ici comme préoccupation principale l'étude des infiniment petits organisés, des microbes et des ferments; il est possible qu'elle trouve désormais sa caractéristique dans l'étude pleine de promesses des infiniment petits chimiques.

VIII

Le nouveau programme du cours comprendra deux grandes divisions : la première traitera de la composition des êtres vivants, la seconde s'occupera de leurs fonctions chimiques.

Procédant du simple au composé, nous étudierons d'abord la composition élémentaire, nous chercherons les corps simples qu'on peut déceler par l'analyse chimique dans le corps des animaux et des plantes. Quelques-uns, comme le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, s'y trouvent toujours en grande quantité, entrant dans la constitution de ses liquides et de ses tissus; ce sont des éléments plastiques. D'autres, au contraire, n'y existent qu'en proportions infimes, souvent difficiles à mettre en évidence. Ils interviennent, sans doute, à la façon du manganèse dans la laccase; on pourrait les appeler des éléments catalytiques.

Nous continuerons en étudiant les principales combinaisons de ces éléments qui se rencontrent dans l'organisme : celles, d'abord, qui sont de

nature essentiellement minérale : l'eau, certains sels; puis les principes organiques, les sucres et leurs produits de condensation, les matières grasses, les substances protéiques. A ces groupes fondamentaux de principes immédiats, nous rattacherons les petits groupes des acides, des alcaloïdes, des phénols, des terpènes et des pigments.

Viendra ensuite l'étude des réactifs de la cellule vivante, c'est-à-dire des diastases, et avec elle l'étude des toxines et des corps analogues. Nous serons alors en plein dans la seconde partie du programme, celle qui s'occupe des fonctions chimiques des êtres vivants : nous aborderons successivement les fonctions synthétiques, qui nous permettront de suivre l'élévation de la matière minérale jusqu'aux derniers degrés de complication organique, jusqu'aux albumines et aux nucléines; puis les fonctions analytiques, qui assurent, au contraire, la dégradation de la matière organique et son retour au monde minéral.

Le programme sera clos par quelques notions de Chimie biologique comparée. Jusque-là nous n'aurons considéré de la composition et des fonctions chimiques des êtres vivants que ce qu'il y a de général, de commun à toutes les espèces. Dans les dernières leçons, nous reprendrons cet examen en nous plaçant au point de vue des différences qui séparent d'abord les animaux des plantes, puis les animaux et les plantes en groupes de moins en moins importants. Cette étude comparative n'est pas encore très avancée, mais elle est déjà pleine d'intérêt et certainement appelée à un grand avenir.

Nous aurons alors parcouru l'ensemble des connaissances fondamentales qu'il est nécessaire d'acquérir en Chimie biologique. J'entends, d'ailleurs, Mesdames et Messieurs, que ces connaissances ne soient pas stériles. La Chimie biologique est une science pleine de ressources, un moyen de progrès incomparable. Nous ne manquerons pas, au fur et à mesure, d'examiner comment on peut s'en servir pour résoudre une foule de problèmes qui, à des titres divers, passionnent l'humanité. Le savant, en effet, ne doit pas être un égoïste qui travaille seulement à satisfaire sa curiosité personnelle: il doit viser un autre but, avoir un autre idéal: c'est l'amélioration matérielle, intellectuelle et morale de ses semblables; et, simplement, en honnête homme, il doit faire tous ses efforts pour l'atteindre.

G. Bertrand,

Chef de service à l'Institut Pasteur.
Chargé du Cours de Chimie biologique
à la Faculté des Sciences de Paris.

LA FORMATION DES VALLÉES DES ALPES DE SAVOIE ¹

Les études géographiques n'ont consisté, pendant longtemps, qu'en une énumération sèche et plus ou moins aride des accidents orographiques et hydrographiques d'une région donnée, traitant plus spécialement des populations qui l'habitent, ainsi que des industries et des arts qu'elles ont créés. Les observateurs se préoccupaient rarement d'étendre leur savoir au delà de la connaissance des faits, qu'ils n'envisageaient qu'en eux-mêmes. Ils ne cherchaient à les définir et à les classer que d'après leurs caractères présents, sans essayer de s'éclairer sur les causes qui les avaient produits.

Toutefois, déjà en 1841, Dufrénoy et Elie de Beaumont regrettaient que les géographes n'eussent jamais cherché à se rendre compte de ce qui est au-dessous de la terre végétale. « Cette limite, disaient-ils, que la Géographie a rarement franchie, n'est pas déterminée par la nature des choses; elle empêche même de saisir un grand nombre de rapports remarquables. Si les géographes se la sont imposée, on doit l'attribuer en grande partie au défaut de données suffisantes, et, peut être aussi, à la fausse idée que la composition de l'écorce terrestre présente de nombreux accidents, dont la multiplicité viendrait encore ajouter à la complication déjà trop grande du relief de la surface ² ».

« Dans la configuration du sol, écrivait Ch. Lory en 1860, rien n'est l'effet du hasard; tous les détails se tiennent et s'expliquent d'après quelques principes très simples, dès que l'on connaît la structure géologique d'un pays. Alors on s'aperçoit aisément qu'un ensemble de chaînes très complexe peut être divisé en régions naturelles, distinctes par leur constitution et non moins distinctes sous le rapport des formes caractéristiques de leurs montagnes, de leurs vallées, sous le rapport du régime des eaux, de la végétation et du climat ³ ».

Une nouvelle méthode s'imposait donc. Il s'agissait d'introduire dans cet ordre d'études la recherche des causes, et, par suite, de faire intervenir la Géologie dans l'enseignement de la Géographie. Ces deux sciences étudient le globe terrestre, mais à des points de vue différents. Tandis que la première a pour objet l'histoire de la Terre et des êtres qui ont vécu à sa surface, on peut dire de la seconde, avec M. le Professeur Gosselet, de Lille, « qu'elle s'oc-

cupe de la configuration et de la surface actuelle de la Terre, de la distribution des êtres vivants qui la peuplent, en particulier des principales sociétés humaines et de la situation des centres industriels et commerciaux ⁴ ».

La Géographie ainsi envisagée se divise en deux parties : la *Géographie physique* et la *Géographie sociale*. Cette dernière rentre dans le cadre des études littéraires; la première, au contraire, est une science par son but et ses méthodes : aussi presque toutes les Universités ont-elles un géologue pour professeur de Géographie.

En France, deux traités magistraux en ont vulgarisé les principales données : *Les formes du terrain*, par MM. de la Noë et de Margerie, ouvrage remarquable où ont été exposés avec clarté et précision les principes du modelé terrestre, et les *Leçons de Géographie physique*, par M. de Lapparent, dans lequel l'auteur s'est donné pour but d'asseoir cette science sur les bases les plus rigoureuses.

Nous devons ajouter qu'à cet ordre de connaissances sont attachés : en Amérique, les noms de MM. V. Moris Davis, Powel, Dutton, Lesley, Lawson Campbell, etc.; en Allemagne, ceux de MM. de Richtofen, Löwl, Penck ⁵, Hartung, Supan, Tietze; en Suisse, ceux de MM. Rütimeyer, Heim, Lugeon, etc.; en Angleterre, ceux de MM. Ramsay, Beete-Jukes, Witaker, Topley, A. Geikie, Medlicott, etc.

Nous emprunterons la définition de la Géographie physique à l'ouvrage de M. de Lapparent, et nous dirons avec le savant membre de l'Institut qu'elle est « la description du Globe terrestre exclusivement basée sur les caractères naturels que présente la surface de notre planète ». Elle se lie à la Géologie aussi intimement que la Géographie sociale à l'histoire, la structure actuelle de la Terre et la distribution des organismes n'étant qu'un épisode de l'histoire géologique du globe terrestre et une conséquence de son passé.

Le globe, comme on le sait, est formé par quatre agents dont les relations réciproques se sont modifiées dans le temps : l'air (atmosphère), l'eau (hydrosphère), la croûte terrestre (lithosphère) et la masse interne ignée (pyrosphère). Le géophysicien devra tenir compte de ces divers facteurs et

¹ Conférence faite à la Société d'histoire naturelle de Savoie.

² DUFRÉNOY ET ELIE DE BEAUMONT : Explication de la carte géologique de France. Paris, Imp. Nationale, 1841, p. 4.

³ CH. LORY : Description géologique du Dauphiné, Grenoble, 1860, *loc. cit.*, p. 5.

⁴ GOSSELET : Du rôle de la Géologie pour l'enseignement de la Géographie et de l'Agriculture (*Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XIX, p. 324, 1891).

⁵ Cet auteur a publié, sous le titre de : *Morphologie der Erdoberfläche*, deux volumes où est condensée une quantité vraiment prodigieuse de matériaux. Ces volumes devront être consultés par tous ceux qui s'intéressent à la Géographie rationnelle.

posséder également des notions de Climatologie et d'Hydrographie et, dans les sciences biologiques, de Zoologie et de Botanique. Les progrès généraux de toutes les sciences de la Nature sont les principes de l'impulsion à laquelle il doit obéir.

L'un des chapitres les plus importants de la Géographie physique est l'étude de la genèse des formes topographiques ou *Géomorphogénie*. C'est de ce chapitre que dépend le problème de la formation des vallées, qui fera l'objet de cette étude. Nous décrirons celles des Alpes de Savoie, qui nous sont familières, après avoir rappelé quelques principes généraux nous permettant d'être mieux compris.

I

L'étude de l'évolution géographique d'une contrée comporte l'examen des matériaux du sol, mais seulement en raison de leurs caractères physiques (dureté, cohérence, porosité, imperméabilité) et de leurs propriétés chimiques (altérabilité, solubilité, composition élémentaire). Le rôle de la Stratigraphie est donc primordial en Géographie, pour la connaissance de l'établissement des colonies humaines, puisqu'elle a pour corollaire la distribution des nappes aquifères, celle des minerais et des combustibles. Toutefois, ce rôle n'est pas le seul et, pour s'expliquer les particularités du réseau hydrographique, il convient de se rendre compte de la structure, — ce qu'on appelle aujourd'hui la Tectonique, — qui a exercé une influence directrice. Il convient, en outre, d'apprécier les modifications qu'a subies cette structure pour devenir la surface topographique actuelle. En un mot, il faut connaître à la fois l'architecture et la sculpture de l'édifice¹. La première est due à des causes profondes, qui sont les forces orogéniques avec leurs diverses manifestations (fractures, éruptions, plissements, affaissements, charriages, etc.). La seconde a été occasionnée par des causes superficielles (chaleur et pesanteur), dont l'action est de niveler la terre ferme. « Il n'est pas une parcelle de la surface, dit M. de Lapparent, qui puisse échapper à l'émiettement causé par les alternatives de la chaleur et du froid, de la sécheresse et de l'humidité, de la gelée et du dégel; et, d'autre part, aussi longtemps que l'eau garde une vitesse appréciable, elle est capable d'entraîner les particules solides au moins les plus ténues, jusqu'à ce qu'elle les ait amenées dans le grand réservoir océanique où sa force vive

s'amortit² ». La cause la plus importante du modelé des continents est donc intimement liée aux lois régissant l'écoulement des eaux. C'est à cette cause que l'on doit attribuer le façonnement des formes et la mise en saillie des parties dures. Il faut néanmoins écarter l'idée d'attribuer entièrement aux agents extérieurs le rôle prépondérant dans la formation du relief. Ce rôle des puissances extérieures s'est borné à imprimer un modelé superficiel à des formes dont le dessin est entièrement dû à des causes profondes.

Deux notions priment toutes les autres dans l'analyse de ce modelé : le rôle régulateur du *niveau de base* et la *marche régressive* de l'érosion fluviale. C'est ce qu'a montré M. Davis, et c'est là, d'après lui, qu'est la clef de l'explication du tracé des cours d'eau, dont le profil en long prend avec le temps la forme d'une courbe régulière concave vers le ciel. Leur tracé a permis de distinguer des cours d'eau que M. Powel a appelé *conséquents*, lesquels sont établis en concordance avec les formes structurales de la région qu'ils arrosent, et des cours *subséquents*, qui sont les affluents déterminés postérieurement à l'établissement des rivières principales conséquentes, par l'allure des masses minérales en profondeur. Ce dernier terme a été créé par M. Davis, qui, de plus, a désigné, sous le nom d'*obséquents*, des cours d'eau qui, à la suite de phénomènes de capture, coulent en sens inverse de la pente originelle.

Les cours d'eau conséquents peuvent présenter deux directions principales : l'une qui est parallèle à la direction des plis et l'autre qui lui est perpendiculaire. Dans les régions régulièrement plissées, les chaînes du Jura, par exemple, les principales lignes de drainage se sont établies dans l'axe même des synclinaux. Quand elles ont eu ensuite à traverser plusieurs voûtes pour passer d'une vallée dans une autre, cela est ordinairement dû à un abaissement d'axe plus ou moins accusé de chaque voûte, — autrement dit à un synclinal transversal, — ou, dans d'autres cas, à ce qu'un pli se termine et que celui qui le relaie laisse une dépression par laquelle les eaux ont pu se déverser. On peut voir aux environs de Moutiers, dans le Jura Bernois, le cours d'une rivière, la Birse, qui s'écoule perpendiculairement à un certain nombre de voûtes présentant des infléchissements dans le sens de leur longueur et qui servent ainsi de débouché aux eaux des dépressions synclinales³. On peut voir également, dans le Jura méridional, un torrent, les Ussets, qui vient se jeter dans le Rhône par une dépression

¹ Cette comparaison est due à M. le Commandant Barré. Cet auteur a publié récemment, sous le titre d'Architecture du sol de la France (Armand Colin, éditeur), un travail d'ensemble des plus remarquables, qui, comme l'a dit M. de Margerie (*Ann. de Geog.*, t. XII, p. 303), arrive à son heure et marque une étape nouvelle dans le développement de la Géographie française.

² DE LAPPARENT : L'âge des formes topographiques (*Revue des Questions scientifiques*, octobre 1894, *loc. cit.*)

³ DE LA NOË et DE MARGERIE : Les formes du terrain, *loc. cit.*

située entre le Vuache, au Nord, et le Gros-Foug, au Sud¹.

Des faits analogues ont été constatés par M. Ch. Barrois dans le massif ancien de la Bretagne, où la localisation des cours d'eau conséquents est en relation avec les ondulations transversales des couches².

Il en est également de même pour les Alpes occidentales, qui ont été considérées pendant longtemps comme sillonnées de fractures et que les travaux récents ont montrées être des régions essentiellement plissées. Les principales rivières conséquents s'écoulent par des dépressions perpendiculaires à la direction des couches, où l'érosion a été favorisée parce que l'axe du pli s'abaisse à l'approche d'une vallée pour se relever de l'autre côté de celle-ci. Elles sont sur l'emplacement d'un synclinal transversal. Aucune cassure primitive n'est à rechercher. Leur formation dépend d'une loi que M. Lugeon, professeur à Lausanne, a formulée de la façon suivante : « Les vallées transversales des Alpes occidentales occupent l'emplacement d'un synclinal perpendiculaire au plissement normal des régions considérées³ ».

L'axe de leur pli s'incline de plus en plus sur l'horizontale, à mesure que l'on marche d'amont en aval, ce qui a occasionné une intense érosion régressive, de telle sorte que ces vallées dont le pli est court ont fini par en être de plus en plus importantes, en s'allongeant vers l'intérieur de ces massifs⁴.

Les chaînes subalpines delphino-savoisiennes sont coupées transversalement par une série de plissements qui méritent de devenir classiques. Quatre de ces dépressions : celles de la vallée de l'Arve, de la vallée d'Annecy-Faverges, de la cluse de Chambéry et de la cluse de Grenoble traversent les chaînes de part en part, y délimitant des régions naturelles. Chacun de ces grands plis synclinaux a servi de collecteur aux eaux, et les cours d'eau conséquents qui s'y sont établis, aussi vieux que les chaînes elles-mêmes, jouent le rôle d'artères maitresses de cette partie du massif alpin.

Quant aux cours d'eau subséquents des mêmes régions, ils peuvent également être de deux ordres : ceux qui sont dus à la direction des lignes

de plus grande pente du flanc des voûtes et ceux qui, subordonnés à ces derniers, ainsi qu'aux cours d'eau conséquents transversaux, sont dus à l'inégalité des roches entamées par l'érosion. Ces derniers suivent alors une direction parallèle à celle des plis, et il pourra se produire, comme dans les Bauges (Savoie), une inversion du relief : des vallées longitudinales étant creusées dans l'axe des voûtes formées de couches tendres (marnes valanginiennes), tandis que les synclinaux constituent le sommet des montagnes.

Nous décrivons, en nous inspirant de ces principes, et en nous dirigeant du Nord au Sud, les vallées les plus importantes des Alpes de Savoie : vallées du Rhône, de la Dranse du Chablais, du Giffre, de l'Arve, du Chéran, de l'Isère, de l'Arc et du Grésivaudan. Chacune des rivières qui les traversent a son histoire et n'a pas toujours conservé son cours originel : sur des régimes anciens, modifiés par des actions de dislocation, s'en sont greffés d'autres. En outre, il s'est produit fréquemment des captures ainsi que des migrations des lignes de partage des eaux. Enfin, les actions glaciaires ont amené des éléments de perturbation dont nous aurons à tenir compte. La recherche des diverses phases par lesquelles ont passé les cours d'eau constitue une étude attachante et peut être classée parmi les plus difficiles de celles qui incombent aux géophysiciens.

II

La vallée supérieure du Rhône est comprise entre les « massifs centraux », formés de roches cristallines, de l'Aar et du Gothard : elle est le prolongement géologique du val d'Urseren, dont les schistes calcaires à *Bélemnites* se continuent par le col de la Furka. Elle n'est pas, comme on l'a cru longtemps, de Brigue à Martigny, une vallée longitudinale, mais, ainsi que l'a montré M. Haug, « elle coupe obliquement les plis du Valais, ceux de la rive gauche se retrouvant, en partie du moins, sur la rive droite¹ ». Ces plis, d'après cet auteur, constituent la continuation de la zone des Aiguilles d'Arves². En aval de Martigny, le fleuve prend la direction de la Dranse de Bagnes, qui draine le massif du Grand Combin, et la vallée devient franchement transversale jusqu'au Léman. Elle coupe alors, successivement, un massif cristallin qui est la prolongation de celui des Aiguilles-Rouges, les Hautes-Alpes calcaires et les Préalpes. Un aspect particulier de la vallée correspond à chacune de

¹ HAUG : Etudes sur la tectonique des Alpes suisses (*Bull. Soc. géol. de France*, 3^e série, t. XXIV, p. 537, 1896).

² Ce serait sortir du cadre de ce travail, consacré plus spécialement à la Savoie, que de décrire ces plis. Nous renverrons ceux que la question intéresse à la remarquable étude, citée plus haut, du savant professeur de la Sorbonne.

¹ DOUXAMI : La vallée du Rhône, à travers le Jura méridional (*Ann. de Géograph.*, t. XI, p. 407, 1902).

² CH. BARROIS : Les divisions géographiques de la Bretagne (*Ann. de Géographie*, t. VI, nos 25 et 26, 1897).

³ M. LUGEON : Leçon d'ouverture du cours de Géographie physique professé à l'Université de Lausanne (*Bull. Soc. Vaud. Sciences naturelles*, 4^e s., t. XXXIII, p. 49, 1897).

⁴ M. P. Lory a fait remarquer, à juste titre, que la loi établie par M. Lugeon était formulée d'une façon un peu trop absolue, et qu'il arrivait parfois qu'au phénomène de la dépression des axes s'adjoignait celui de leur déviation avec rupture (*Bull. Soc. St. de l'Isère*, 4^e s., t. V, 1900).

ces subdivisions. De large qu'elle était en amont de Martigny, elle se resserre dans la traversée du

sédimentaire; l'aspect change immédiatement et les murailles deviennent moins hautes. Toutefois,

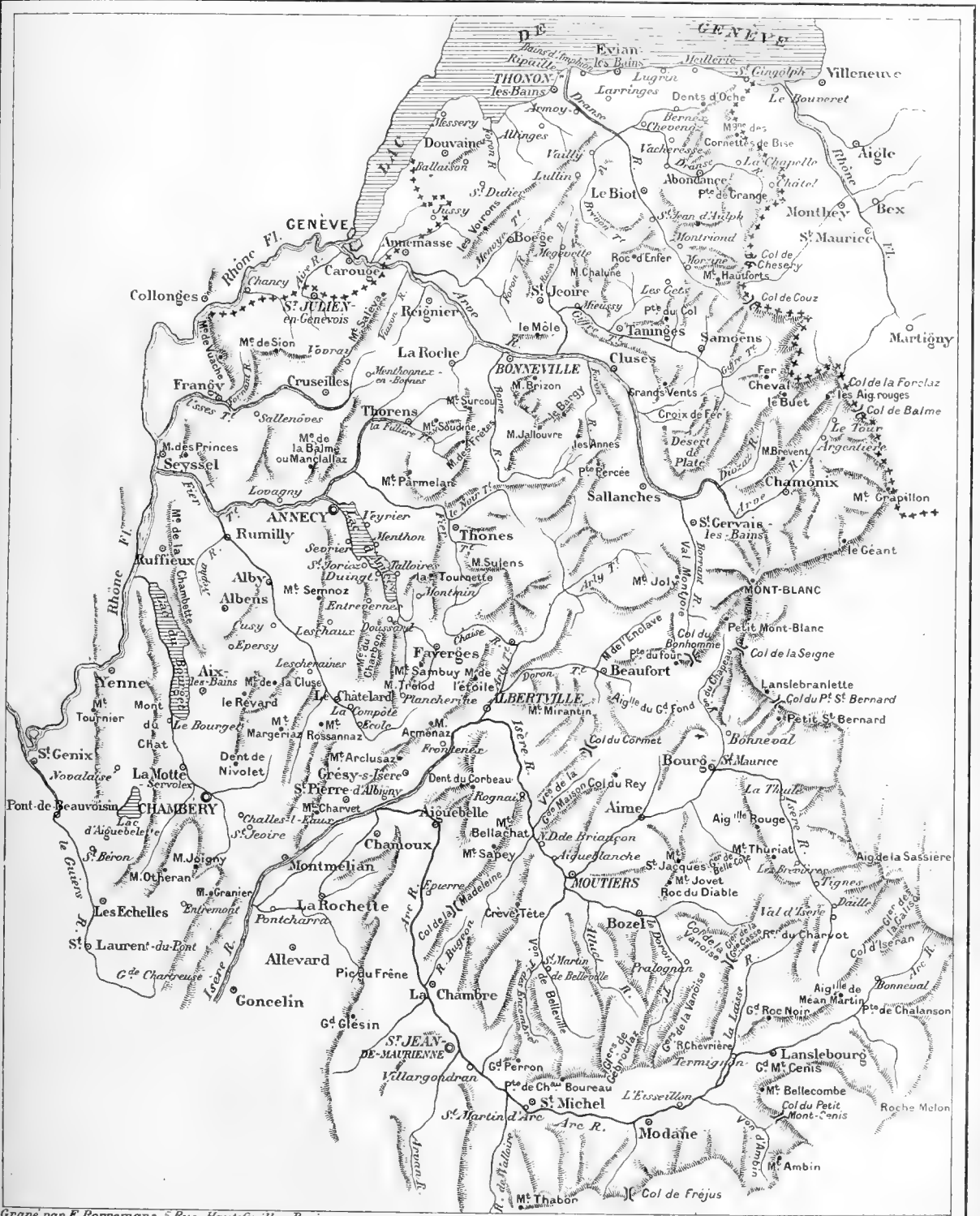


Fig. 1. — Carte physique de la Savoie.

massif cristallin, où ses flancs sont creusés dans de hautes murailles de gneiss et de schistes houillers. A Saint-Maurice, la rivière atteint la couverture

à Saint-Maurice même, le lit de la rivière est très étroit; le rétrécissement y est même tel qu'un pont d'une seule arche fait communiquer les deux rives.

Ce cours actuel serait dû, d'après M. Lugeon¹, à un phénomène d'épigénie. Une dépression en hémicycle contournant la colline de Chiètres serait un ancien cours du Rhône rempli aujourd'hui par un cône de déjections : la rivière, obéissant à la loi des vallées monoclinales, coulait autrefois vers le point le plus bas des couches, au pied de la montagne. Quant à la persistance de la barre calcaire, en amont et en aval de laquelle les terrains sont plus érodés, elle serait due à des influences dérivant de la Tectonique et de la genèse même du terrain. Ce cas se produirait chaque fois, ou à peu près, qu'une vallée passe de la région cristalline dans la région calcaire.

Le Rhône entre ensuite dans les Préalpes, qu'il traverse jusqu'au Léman; la vallée devient plus riante et s'élargit. Pour en déterminer les raisons géologiques, nous étudierons, avec M. Lugeon², les divers plis rencontrés — particulièrement les synclinaux — en remontant de l'aval vers l'amont et nous constaterons que la plupart s'infléchissent vers la vallée transversale. Le pli synclinal des Rochers de Naye-Gramont présente un plongement vers la vallée très net, qui est de 28,5 % d'un côté et de 50 % de l'autre. Le synclinal des Agittes montre un noyau de Malm qui, de la Sarze, fait une chute moyenne de 50 %. Le pli de Linleux-Blansceux a aussi une pente vers la vallée très accentuée, et, en face de ce pli, un deuxième synclinal des Agittes descend fortement. On arrive à une région où des masses triasiques et jurassiques se présentent en recouvrement sur la Molasse rouge, dont le plongement est en moyenne de 8 %. Près de Colombey, on voit, sous cette Molasse et dans le Flysch, deux plis urgoniens dont les axes s'infléchissent de 30 à 35 %.

Ces plis ne sont plus visibles sur la rive droite, et l'on peut remarquer ici que la position de la vallée ne correspond plus à l'axe de l'inflexion transversale. En outre, les massifs de Morcles et de la Dent du Midi paraissent faire exception; la méthode ne peut donner que des résultats incertains, par suite du contournement des couches, et l'emplacement de la coupure pourrait être attribué, en ce point, à un phénomène de surimposition.

La vallée du Rhône offre un modelé qui, d'après certains auteurs³, ne relèverait pas de l'érosion par les eaux courantes, mais des actions glaciaires.

¹ M. LUGEON : Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques et sur l'existence de barres calcaires de quelques vallées suisses (*Bull. de l'Université de Lausanne*, n° 2, 1901).

² M. LUGEON : Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales (*Ann. de Géog.*, t. X, n° 52 du 15 juillet et n° 54 du 15 novembre 1901).

³ L'hypothèse glaciologique que nous exposons ici est présentée avec beaucoup de netteté par l'abbé L. de Lagrer dans les *Annales de Géographie* (t. XII, p. 411, 1903).

S'il n'y a pas concordance entre l'embouchure des vallées latérales et la vallée principale, la cause, d'après eux, devrait en être attribuée au « surcreusement » résultant de ce passage des glaciers. Leur épaisseur ne cessait de s'accroître par l'apport des affluents, et l'affouillement du lit devait progresser jusqu'au Léman; vers le milieu du lac, le niveau des chaînes en bordures était moins élevé et les glaciers auraient franchi leurs berges pour s'étaler dans la plaine suisse. L'érosion aurait alors perdu de son intensité; le thalweg se serait relevé pour former la contre-pente d'aval. Ce façonnement aurait débuté avec la première invasion glaciaire, et ne se serait achevé qu'avec la dernière, alors que le glacier, cantonné dans le sillon de la vallée, alignait, aux environs de Thonon et d'Evian, les beaux remparts de ses moraines latérales, et, en amont et en aval de Genève, les matériaux de sa moraine frontale.

L'hypothèse du creusement glaciaire expliquerait la topographie de la vallée, qui est profondément creusée de Brigue au Léman, ainsi que celle du lac. L'épaisseur considérable du glacier de la vallée principale aurait produit l'exhaussement du niveau de base des glaciers latéraux, dont l'action était ainsi atténuée. Après le retrait définitif des glaces, ces cours d'eau affluents, perdant pied à leur débouché dans la vallée principale, descendaient en cascades et entreprirent le sciage des gorges qu'ils continuent à entailler encore à l'heure actuelle.

L'action érosive des glaciers, quoique admise par des savants éminents, comme MM. Davis et Penk, est contestée par des géologues non moins compétents, qui refusent aux glaciers le pouvoir de creuser et d'excaver leur plafond, tout en leur reconnaissant la faculté de reculer et de dresser leurs berges.

Le « surcreusement » ne semble pas devoir être invoqué comme preuve de cette action et le phénomène d'affluents aboutissant à une altitude supérieure à celle du thalweg de la vallée principale peut, d'après M. Kilian¹, s'expliquer de la façon suivante : la partie haute des vallons latéraux a été *préservée* pendant longtemps de toute érosion ultérieure par un manteau glacé permanent, alors que la vallée principale et la partie basse des vallons se trouvaient dans le périmètre d'action des érosions fluviales, et soumises, à diverses reprises, à des creusements et à des approfondissements d'origine fluvioglaciale. Toute brusque rupture de pente, comme l'a fait remarquer M. de Martonne², est la

¹ W. KILIAN : Note sur le « surcreusement » (Uebertiefung) des vallées alpines (*Bull. Soc. géol. France*, 3^e série, t. XXIII, 1900, et *Ann. Université Grenoble*, t. XIII, 1901).

² E. DE MARTONNE : Sur la formation des cirques (*Ann. de Géographie*, t. X, 1901).

trace de la limite entre deux régions où les forces naturelles travaillent d'une manière différente à la dénudation.

Quant à l'origine des lacs de la bordure des Alpes, — problème qui ne nous paraît pas encore définitivement résolu, — une explication qui paraît plausible est celle émise par MM. Heim et Eppli, qui l'attribuent à un affaissement de la chaîne. D'après ces auteurs, un tassement en bloc se serait produit entre la première et la seconde époque glaciaire, comme le prouve, aux environs de Zurich, l'inclinaison inverse des terrasses de gravier de la première glaciation (*Deekenschotter*)¹. Cette manière de voir a été acceptée par de nombreux savants (MM. Forel, Delebecque, etc.)².

Le Rhône valaisan, d'après M. Lugeon³, aurait été tributaire du Rhin, à l'époque pliocène. Il se serait écoulé par la vallée morte d'Attalens, en suivant le cours actuel de la Broie, pour se rendre par le lac de Morat dans le bassin du Rhin. La Dranse du Chablais aurait été tributaire du même fleuve, mais aurait eu son écoulement par le lac de Neuchâtel. Un cours latéral de l'Arve aurait d'abord capturé la Dranse; ce serait ensuite un tributaire de celle-ci qui aurait occasionné le cours du Rhône.

L'hypothèse du Rhône rhénan, qui avait déjà été émise par Rüttimeyer, a été combattue récemment par M. Eberhardt⁴, qui soutient qu'elle ne concorde pas avec ce qu'il connaît des formations alluviales de la région du Seeland.

¹ D^r EPPLI : Erosionsterrassen und Glacialschotter in ihrer Beziehung zur Entstehung des Zurichsees (*Mat. carte géol. Suisse*, XXXIV, 1894).

² L'histoire quaternaire de la région bordière du Léman est, en réalité, beaucoup plus complexe. Elle vient de faire l'objet d'études d'un vif intérêt, dues à M. M.-H. Douxami (*C. R. Acad. Sc.*, 8 février 1904) et Ch. Jacob (*Ann. ens. sup. Grenoble*, t. XVI, 2^e trimestre 1904). Ce dernier auteur a pu distinguer, dans les environs de Thonon, les formations alluviales suivantes, en partant des plus anciennes : Poudingue de la Dranse, Glaciaire élevé, Cônes de déjections anciens de la Chavanne, Glaciaire inférieur, Terrasses de Thonon, Delta de la Dranse, Alluvions modernes. — La région aurait subi une phase de creusement, postérieurement au Glaciaire élevé et aux cônes de déjections anciens de la Chavanne, phase suivie d'une progression du glacier du Rhône en contre-bas des dépôts précédemment formés. Le lac se serait constitué alors et aurait établi son niveau à une altitude inférieure, à l'altitude maximum des dépôts glaciaires inférieurs.

Cette interprétation paraît justifiée, car nous-même avons observé dernièrement à Loisin, à l'altitude de 471 mètres, à quelques kilomètres à l'Est du lac de Genève, des dépôts morainiques très nets reposant directement sur des alluvions fluvio-glaciaires.

Les matériaux glaciaires du Bas-Chablais sont très peu altérés, et les deux séries appartiendraient, d'après M. Jacob, à la dernière grande période glaciaire (période de Würm de M. Penck). Le Glaciaire inférieur ne serait que la récurrence du Glaciaire élevé. (*Note ajoutée pendant l'impression*.)

³ LUGÉON : Le Rhône tributaire du Rhin (*C. R. A. S.*, 11 janvier 1897).

⁴ D^r R. EBERHARDT : Note sur le Quaternaire du Seeland (*Archives des Sc. phys. et nat. de Genève*, 4^e p., t. XVI, 1903).

Au sortir du Léman, le Rhône reçoit les eaux de l'Arve, et, après avoir traversé la plaine de Genève, que domine la chaîne du Crédo-Reculet, entre dans le Jura méridional. Son histoire géologique a été retracée dans ses traits principaux par M. Douxami¹. Ce géologue a nettement établi que le cours actuel du fleuve est en rapport avec la Tectonique de la région, et s'effectue dans des vallées synclinales, pour passer des vallées orientales dans celles de l'Ouest par des *cluses*. Il traverse, tout d'abord, au « Défilé de l'Écluse » l'anticlinal du Crédo, qui subit, en ce point, un abaissement d'axe considérable : l'Urgonien du Plat des Roches étant à 1.400 mètres, celui de l'entrée du défilé à 420 mètres et celui du Vuache à 940. La cluse est antéglaciaire ou tout au moins interglaciaire, comme l'a prouvé la découverte, faite par M. Renevier², d'un dépôt de sable stratifié, dans la partie la plus étroite du défilé et sous les moraines. Un premier creusement aurait pu coïncider avec un mouvement d'exhaussement du chaînon, au-dessus du plateau miocène. L'érosion aurait été facilitée par les progrès du soulèvement et par le passage des glaciers qui se sont élevés au-dessus du Vuache et sur toute sa longueur.

Les flancs du Crédo, d'après MM. Falsan et Chantre³, sont recouverts, jusqu'à une certaine hauteur, d'épaisses couches d'alluvions dans lesquelles sont intercalés des bancs de boue à cailloux striés et à blocs erratiques. Ces auteurs expliquent l'altitude à laquelle se trouvent ces alluvions et leur enchevêtrement avec des lits de boue glaciaire par la confluence, en ce point, de deux glaciers. Il peut paraître plus simple d'y voir un stationnement du glacier principal, suivi d'avancées et de reculs.

Le chaînon du Vuache est un anticlinal faillé dont le flanc oriental a été poussé sur le flanc occidental⁴. Le fleuve suit la ligne de contact anormal sur près de 1 kilomètre de longueur, et creuse ensuite son lit autour des rochers de Léaz, qu'il a déblayés des alluvions et des dépôts morainiques qui l'encombraient, pour se diriger vers Bellegarde. Il coule dans les alluvions interglaciaires, les grès tendres de la Molasse et du Gault, ainsi que dans les calcaires plus durs de l'Urgonien. C'est dans

¹ DOUXAMI : La vallée du Rhône à travers le Jura, etc.

² RENEVIER : Sur un glissement de terrain au Fort de l'Écluse (*Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, 1883, p. XVI).

³ FALSAN et CHANTRE : Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône, Paris-Lyon, 1880.

⁴ M. H. Schardt, qui a publié une remarquable étude sur cette petite chaîne, considère la faille du Vuache comme verticale. Une poussée Sud-Est et une faille parallèle à l'inclinaison des couches du versant oriental, ayant produit la surélévation de ce versant, nous paraît mieux répondre à la réalité des faits. H. SCHARDT : Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura. *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.*, t. XXVII, p. 69, 1891.

ces calcaires mêmes que son lit est creusé à Bellegarde, et, comme ceux-ci sont supportés par des couches plus facilement délitables, il circule aujourd'hui au-dessous, en disparaissant partiellement; c'est ce qui a été appelé « la Perte-du-Rhône ¹ ». Nous avons observé un phénomène analogue près de l'ancien pont de Grésin, où le fleuve est profondément encaissé et où l'on peut nettement étudier le travail de creusement qui se continue encore aujourd'hui avec une certaine intensité. Les parties tendres sont affouillées par les eaux, ce qui produit l'éboulement des parties dures restées en saillie. Certaines tranches de grès plus résistantes surplombent le gouffre, mais ne tarderont pas à s'ébouler.

Si le cours du fleuve, du défilé de « l'Écluse » à Bellegarde, n'est pas encore arrivé à maturité et est loin d'avoir acquis son profil d'équilibre, nous ne pensons pas, comme l'a soutenu M. le général Bourdon ², que ce fait puisse avoir pour cause un soulèvement récent du sol. Il nous paraît plus plausible de l'attribuer à ce que les eaux ont eu à débayer, pour le creusement de leur lit, une quantité considérable de formations alluviales. Lorsque le fleuve, à une époque relativement récente, s'est vu dans la nécessité de s'attaquer à des terrains plus consistants, son régime primitif a dû se modifier pour s'adapter à de nouvelles conditions génétiques.

Le Rhône reçoit la Valserine à Bellegarde, et lui emprunte sa vallée jusqu'à Culoz. Les deux rivières réunies se sont creusé un lit, en certains points très profond, dans un synclinal situé entre le Colombier d'une part, le Vuache et le Gros Foug, de l'autre. Entre Culoz et Chanaz, le fleuve franchit obliquement une cluse considérablement élargie par les érosions et séparant la chaîne du Grand-Colombier de celle du Mont-du-Chat et coule jusqu'à Lucey au pied de cette dernière.

Il est à noter qu'au début du Pléistocène le fleuve passait par la cluse du chemin de fer de Culoz à Ambérieu. Il ne s'est détourné que plus tard vers le Sud, dans la direction de Belley. En effet, il résulte des recherches de MM. Depéret et Kilian ³ que la rivière a déposé à cette époque une haute terrasse de *graviers alpins gris*, s'élevant à plus de 120 mètres au-dessus du thalweg du

fleuve actuel; il en existe deux lambeaux, près de Virieu, à l'entrée nord du tunnel et à la sortie sud, à Maniole; enfin, un autre au nord du village de Contrevoz. Celui-ci se continue dans la cluse de Rossillon, où l'érosion en a enlevé la plus grande partie. Cependant, on observe deux collines, au débouché de l'Albarine, dans la plaine d'Ambérieu, qui sont constituées en majeure partie par les graviers de la haute terrasse. Elles dessinent nettement, conclut M. Depéret, si on les rejoint entre elles par la pensée, le triangle d'alluvions du Rhône s'étalant à la sortie de la cluse. Quant aux terrasses d'alluvions qui s'observent soit entre Virieu-le-Grand et Belley, soit plus à l'Est encore, le long du trajet actuel du fleuve, elles appartiennent à des époques plus récentes.

Le Rhône a entièrement abandonné aujourd'hui la cluse dont nous venons de parler, qui a été remplie par les éboulis après le retrait des glaciers. Il se dirige vers Yenne par les plaines de Lavour et de Cressin pour traverser de nouveau en cluse, au défilé de Pierre-Châtel, la chaîne du Mont-Tournier. Ce défilé, que nous avons eu occasion de visiter pour des études stratigraphiques, est traversé par la rivière en sens inverse du plongement des couches; celles-ci se correspondent sur les deux rives. Le premier creusement doit dater de l'époque du soulèvement progressif du Jura, et c'est par là que devait s'échapper une partie des eaux du synclinal tertiaire de Novalaise. En effet, on observe, en amont du Pont de la Balme, un resserrement de la gorge d'un pittoresque effet. Elle est divisée en deux par un énorme rocher à pic, ce qui témoigne du déplacement du cours d'eau qui la sillonnait jadis et de l'ancienneté de son creusement. Le Rhône actuel ne l'a occupée qu'à la fin du Quaternaire, après avoir partiellement détruit les dépôts morainiques des environs de Massinieu et avoir entraîné les alluvions qui l'encombraient.

La cluse de Pierre-Châtel traversée, le fleuve ne s'éloigne d'abord que fort peu du pied du Jura. Il coule ensuite dans les formations quaternaires, sauf vers Sault-Brénaz où il coupe une dernière fois un chaînon jurassien, pour continuer, jusqu'aux environs de Lyon, dans la large vallée qui longe le plateau bressan. A son arrivée dans cette ville, il se coude brusquement et descend presque en ligne droite, du Nord au Sud, jusqu'à la mer.

Nous ne nous occuperons pas de cette partie de son cours, qui a été magistralement décrite, il y a quelques années, par M. Ch. Depéret ¹.

¹ M. E. Martel a fait remarquer, à juste titre (Congrès des Sociétés Savantes d'avril 1904), qu'au Pont de Lucey, le Rhône voit son cours se modifier brusquement et qu'il perd en largeur ce qu'il gagne en profondeur. De ce pont au confluent de la Valserine, le fleuve se trouve confiné en une étroite ruelle ou *klamme*, dans laquelle sa profondeur serait considérable (40 mètres d'après M. Brillouin).

² G. BOURDON : Le canon du Rhône et le lac de Genève (Bull. Soc. Géographie, 1894).

³ Ch. DEPÉRET : Feuille de Lyon 220.000 (C. R. coll. carte géol. France, p. 72, 1898).

¹ Ch. DEPÉRET : Aperçu sur la structure générale et l'histoire de la formation de la vallée du Rhône (Ann. de Géographie, p. 432, 15 juillet 1895).

III

Les Dranses, le Giffre et l'Arve, qui drainent les régions du Chablais et du Faucigny, en Haute-Savoie, ont leur lit établi dans les vastes plis couchés que nous¹ avons décrits dans une précédente étude. Celles de ces rivières qui traversent les Préalpes médianes obéissent encore aux inflexions synclinales transverses. La Dranse du Biot, par exemple, a son cours ordonné, entre Saint-Jean d'Aulph et le pont de Bioge, par une série de plis transversaux qui sont parmi les plus caractéristiques des Alpes françaises. Il en est de même pour la Dranse d'Abondance, bien que les plis y soient moins nettement accusés.

Nous devons indiquer relativement à la gorge creusée par le premier de ces cours d'eau, en aval de Saint-Jean d'Aulph, un cas d'épigénie frappant. La rivière y coule dans une fissure si étroite que la route a dû être établie en tunnel. A côté existe un col plus bas que le haut de la fissure et rempli de dépôts morainiques: Ce col est l'ancien chenal de la rivière, comblé à une altitude supérieure à celle du haut de la fissure. Le cours d'eau, en s'enfonçant après la phase de comblement, a scié l'éperon rocheux sur lequel se trouvait le point bas de la nappe alluviale².

Le massif de la Brèche du Chablais, que les deux Dranses traversent en amont, n'a pas subi, comme l'a montré M. Lugeon, des plissements aussi réguliers. On y remarque, cependant, trois inflexions synclinales; mais, sauf une exception partielle, aucune de ces inflexions n'a donné naissance à des vallées. Le manteau de Flysch, qui enveloppait la masse charriée, devait avoir une telle épaisseur que, lorsque les rivières s'y sont établies, les plis devaient être invisibles à la surface. On doit donc considérer le cours supérieur des deux rivières comme dû à des phénomènes de surimposition.

L'Arve et le Giffre se présentent dans des conditions peu différentes. Le premier sort du synclinal de Chamonix, pour pénétrer en cluse dans la chaîne des Aiguilles-Rouges-Prarion. Son lit se creuse ensuite au travers des grands plis couchés s'étendant de la Dent du Midi au Mont Joly. Quant au Giffre, il coupe également les mêmes plis pour entrer dans la région de la Brèche. Ces divers plis sont traversés obliquement par une inflexion synclinale, mais cette inflexion n'a pas été suivie par les deux rivières et c'est encore à des phénomènes de surimposition qu'il faut nous adresser pour expliquer cette anomalie. La surface structurale,

par suite de l'existence de grandes masses de Flysch, devait bien être différente de celle qui nous apparaît aujourd'hui.

En aval de Cluses, l'Arve coule entre les plis du Genevois sur la rive gauche et ceux des Préalpes sur la rive droite. Le cours de la rivière, comme l'écrivait M. Haug, dès 1892¹, correspond ici à une grande ligne tectonique. Les montagnes qui se montrent sur les deux rives, ajoutait plus tard le même auteur², présentent des dissemblances frappantes. Un sillon a donc dû exister dès le début, et il est tout à fait normal que la rivière s'y soit établie. Elle longe au-dessous de Bonneville les collines du Faucigny, pénètre dans la dépression située entre le Salève et les Voirons, pour contourner, près d'Etrembières, la première de ces montagnes et rejoindre le Rhône dans la plaine de Genève.

La vallée se fait remarquer par une immense trainée morainique, — la Plaine des rocailles, — sur laquelle est construite la ville de la Roche et qui s'étend, en forme d'hémicycle, de la gorge du Borne à Reignier. Elle est formée presque uniquement de matériaux calcaires et imprime un cachet spécial à cette partie du massif³.

Le Giffre bénéficie, dans sa partie inférieure, d'une série plus ou moins régulière d'inflexions transversales. Il se dirige d'abord Est-Ouest, pour passer à la direction Nord-Sud, être capturé par l'Arve, en aval de Mieussy, et s'y déverser à Reignier. La dépression de Saint-Jeoire est une *vallée morte*. M. Lugeon fait remarquer, à ce propos, que cette capture doit remonter à une date relativement ancienne; par suite de l'importance d'un cours d'eau *obséquent*, le Hérisson, ainsi que de celle de la partie inférieure du Risse. Le cours d'eau obséquent présente même le fait curieux de couler vers l'intérieur des Alpes, par suite de la réversion de la pente dans la vallée capturée⁴.

Les affluents du Giffre sont dirigés sensiblement Nord-Sud, et, d'après M. Douxami⁵, leur profil d'équilibre n'est pas définitivement fixé. Ce sont: le torrent de Salles, né dans un cirque glaciaire, qui se réunit au torrent des Fonds venu du col d'Anterne; le torrent du Gers, qui a été capturé par le torrent des Fonds, ainsi que l'indique le coude brusque qu'il présente vers Entre-deux-Monts; le Mont d'Ant, qui descend du cirque de Voconant et

¹ E. HAUG : Sur la formation de la vallée de l'Arve (*C. R. A. S.*, t. CXV, p. 899, 21 novembre 1892).

² E. HAUG : Etude sur la tectonique des Hautes Chaînes calcaires de Savoie, t. VII, *J. cit.*, p. 87, 1895).

³ Voir, au sujet de cette moraine, G. MAILLARD : Note sur la géologie des environs d'Annecy, la Roche, Bonneville (*Bull. Soc. de la Carte*, n° 6, novembre 1889).

⁴ M. LUGEON : Recherches sur les vallées, etc., *l. c.*

⁵ DOUXAMI : Les phénomènes glaciaires et post-glaciaires du Massif de Platé (Haute-Savoie) (*Bull. Soc. linéenne de Lyon*, 1902).

¹ J. RÉVIL : Les grandes nappes de recouvrement des Alpes françaises (*Rev. gén. des Sciences*, 15 novembre 1902).

² LUGEON : Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques, etc.

se réunit à la vallée principale par une cascade, au sud de Samoëns.

Les affluents de l'Arve sont également perpendiculaires à la direction de la vallée et arrivent à celle-ci par de brusques ruptures de pente. Ce territoire, toujours d'après M. Douxami, porte des traces remarquables du passage des glaciers qui, dans la vallée de l'Arve, de Servoz à Cluses, s'élevaient jusqu'à une altitude supérieure à 2.000 mètres. Leur présence explique l'aspect de muraille escarpée verticale que présente la rive droite de la vallée.

Le Glacier du Giffre se réunissait à celui de l'Arve dans la région du col de Châtillon. Enfin, les massifs des Fiz et des Grands Vents avaient des glaciers spéciaux, dont les uns étaient les affluents du glacier de l'Arve, et les autres de celui du Giffre.

IV

La loi formulée plus haut, relativement aux vallées transversales, ne se vérifie nulle part avec autant de netteté que dans le massif des Bauges, en Savoie, que nous avons souvent parcouru et qui a été étudié par M. Lugeon dans le travail déjà cité. Les chaînes y ont une direction sensiblement N. N. E. à S. S. O. et sont au nombre de 7 : Semnoz-Nivollet, Margériaz, Colombier, Trélod, Arclusaz, Sambuy et Belle-Etoile. Elles sont coupées transversalement, à part les deux dernières, par le cours d'eau du Chéran, dont la position a été fixée par l'abaissement de l'axe des plis. Cette rivière prend sa source dans la vallée de Bellevaux, où elle est formée par la réunion des « Nants »¹ d'Orgeval, du Haut-du-Four et de la Chapelle. Elle coupe en cluse, du point de jonction de ces divers torrents, tous les plis du massif situés à l'Ouest. Elle entre à Ecole dans une vallée plus large, creusée dans le Jurassique et oblique à la direction de la chaîne; en ce point, elle coule au niveau de la plaine en décrivant quelques méandres sur un lit d'alluvions; puis la vallée se resserre pour être très étroite sous le bourg du Châtelard, où elle est creusée dans les roches plus dures de l'Urgonien et les marno-calcaires de l'Hauterivien. L'inflexion synclinale est ici d'une grande netteté.

La vallée s'élargit de nouveau, à partir d'Atilly, où le cours d'eau entaille les marnes bariolées de l'Aquitainien et une terrasse d'alluvions fluvio-glaciaires qui présente, en ce point, un assez beau développement. Après avoir traversé l'anticlinal du Margériaz, qui s'infléchit également, et le synclinal molassique de Leschaux, le Chéran se détourne à l'Ouest, sous le pont de la Charniaz, pour couper le Semnoz, dont la cluse serait due, d'après M. Lugeon,

à un phénomène d'antécédence¹. Il sort du massif sous le pont de l'Abîme, où il est profondément encaissé, pour venir se jeter dans le Fier, non loin de Rumilly.

Nous devons signaler, près du pont de l'Abîme, une accumulation de dépôts glaciaires qui constituaient une moraine frontale barrant complètement la vallée. En prenant contact avec la partie amont de cette moraine, le Chéran change légèrement de direction, en s'appuyant vers la droite. Il est permis d'en conclure, avec M. Lugeon, que la moraine a rempli complètement la vallée et que c'est à gauche de la coupure actuelle que se trouve l'ancien lit de la rivière, occupé aujourd'hui par des formations morainiques.

Une vallée longitudinale du même massif, celle du Châtelard-Entreverne, présente quelques phénomènes méritant de fixer l'attention. Elle est parcourue par cinq cours d'eau, dont deux s'écoulent suivant l'axe du pli synclinal, tandis que les trois autres sont transversaux. L'un de ces derniers, le torrent de Bellecombe, sort par l'inflexion de l'anticlinal occidental et du synclinal lui-même. Cette inflexion ne se présente pas dans l'anticlinal oriental, qui a été attaqué par érosion régressive et divisé en trois tronçons.

Les plis des Bauges sont plus attaqués par l'érosion que ceux du Genevois et, à part le Semnoz, le Margériaz et la Sambuy, aucun anticlinal n'a conservé sa carapace d'Urgonien; plusieurs de ces anticlinaux sont même sillonnés par des cours d'eau longitudinaux. La raison doit en être attribuée à la surélévation du massif.

Une disposition orographique de même nature s'observe dans la vallée d'Entremont (massif de la Chartreuse), — dont nous avons étudié la constitution géologique², — et dont le centre est formé par une voûte anticlinale, dans laquelle le torrent du Cozon a creusé son lit. Il vient se jeter dans le Guiers-Vif, rivière qui prend sa source au plateau de l'Alpette pour traverser *en cluse* de nombreux plis qu'elle entaille profondément de Saint-Pierre-d'Entremont à Berland. A l'Est de cette vallée haute, et la séparant de la vallée du Grésivaudan, existe un immense gradin, *synclinal non érodé et surélevé*, se terminant au Nord par le Granier et au Sud par la Dent de Crolles.

V

Les régions intérieures des Alpes savoisiennes, situées au Sud et à l'Est de celles que nous venons de décrire, se font également remarquer par des

¹ Ce point ne nous paraît pas définitivement établi et demande de nouvelles recherches.

² J. Révil : Sur la structure de la vallée d'Entremont et du plateau de Montagnole (*Bull. Soc. géol. de France*, 3^e s., t. XXVIII, p. 873, 1900).

¹ On désigne sous ce terme, en Savoie et en Suisse, les torrents et les cours d'eau à faible débit.

coupures transversales que parcourent l'Arly, le Doron de Beaufort, l'Isère et l'Arc, délimitant des massifs montagneux qui ont reçu des géographes des noms spéciaux, mais qui, en réalité, appartiennent à un même groupe tectonique. Comme le faisait remarquer il y a fort longtemps Ch. Lory¹, la continuité des grands accidents longitudinaux n'est point réellement interrompue par ces coupures, qui ne font que mettre la structure géologique en plus complète évidence. Elles ont une importance de premier ordre au point de vue de l'hydrographie, parce qu'elles sont comme les grands fossés d'écoulement où les vallées alpines se réunissent pour former les principales rivières.

Toutefois, le regretté savant ne considérait pas ces accidents transversaux comme dus simplement à l'érosion. Ils étaient, pour lui, des cassures vives et nettes, que les eaux avaient élargies là où leurs parois étaient formées de matériaux tendres, mais dont elles n'avaient guère modifié les formes que par l'ablation des parties les plus disloquées.

Cette manière de voir ne peut plus être acceptée aujourd'hui, car M. Marcel Bertrand démontrait, le premier en 1894², que cette partie des Alpes, comme celles étudiées plus haut, porte les traces d'un système régulier de *plis orthogonaux*, c'est-à-dire de plis perpendiculaires à ceux du système principal. De ces plis transversaux, les uns n'ont qu'un développement purement local et accidentel, tandis que d'autres ont la forme de larges ondulations affectant des ensembles de plis. « L'existence de ces plis transversaux, écrivait M. Bertrand³, n'est pas une hypothèse; elle est très marquée en beaucoup de points par l'abaissement aligné du fond des synclinaux ou par la surélévation des têtes d'anticlinaux⁴ ».

Nous allons décrire, à grands traits, deux coupures des plus remarquables, celles de l'Isère et de l'Arc, qui, au point de vue géographique, ont toujours eu une grande importance : ayant servi et servant encore de principales voies de communication entre la France et l'Italie.

¹ CH. LORY : Essai sur l'orographie des Alpes du Dauphiné et de la Savoie considérée dans ses rapports avec la structure géologique de ces montagnes (*Ann. du Club alpin français*, 1^{re} année, 1874).

² M. BERTRAND : Etudes géologiques dans les Alpes françaises.

³ M. BERTRAND : *Loc. cit.*

⁴ Des constatations analogues ont été faites par M. Terrier dans le massif du Pelvoux. Il semble, dit cet auteur, y avoir quelques relations entre la topographie de ce massif et les ondulations transversales. Les grandes vallées du Vénéon, de la Séveraise, du Gyr correspondraient à des synclinaux transversaux; de même aussi la Romanche, d'Auris au Dauphin, et de La Grave au Lautaret. D'autre part, certaines arêtes très continues et très élevées pourraient résulter d'anticlinaux transversaux. Il faudrait cependant, conclut ce savant, se garder de trop généraliser.

La haute vallée de l'Isère, non loin de la source de la rivière, est creusée dans une série d'assises appartenant au Trias, dont les allures ont été reconnues par M. Marcel Bertrand et que nous avons également étudiées, ce qui nous permet de confirmer et de compléter ses observations.

Les plis sont formés par des quartzites, des calcaires en dalles (calcaires phylliteux), des schistes, des calcaires dolomitiques (cargneules) et des calcaires compactes. Ils sont *sinueux* et *s'emboîtent* les uns dans les autres. « Chaque pli anticlinal, dit M. Bertrand⁴, se renverse invariablement, tout le long de son parcours, sur celui qui lui fait suite du côté de l'Italie ». La vallée suit l'axe de ces sinuosités emboîtées jusqu'aux Brévières. Assez étroite, en amont du hameau du Fornet où elle a son lit creusé dans des calcaires compactes, elle s'élargit à la hauteur du village de Val d'Isère, pour se resserrer entre Daille et Tigne, s'élargir près de ce dernier village, construit dans une petite plaine alluviale, et se resserrer, à nouveau, en amont du hameau des Brévières. Les défilés que nous venons d'énumérer sont très pittoresques et dus à la différence de dureté des matériaux traversés : les parties étroites étant creusées dans les quartzites et les calcaires compactes, tandis que les parties élargies sont ouvertes dans les schistes et les calcaires dolomitiques.

Le fleuve, à la sortie de la gorge des Brévières, touche à une zone de schistes lustrés dépendant du massif de la Grande Sassièrre, pour s'encaisser ensuite dans des roches cristallines considérées comme primitives par les anciens géologues, mais qui appartiennent au Permien, comme l'a indiqué M. Bertrand. Dans la traversée de ces assises, ainsi que dans les grès houillers, qu'elle atteint à la Thuile, la vallée n'est qu'un étroit couloir, perpendiculaire à la direction des plis. Elle se poursuit avec des caractères assez uniformes jusqu'à Bourg-Saint-Maurice, ne présentant des parties élargies qu'au point où débouchent des torrents latéraux, qui ont produit des cônes de déjections, sur lesquels sont habituellement construits les villages. Un de ces torrents, le « Nant de Saint-Claude », a enseveli, en aval de la montée de Sainte-Foy, le hameau du Champet, dont on peut voir encore les maisons enfouies au milieu des matériaux éboulés.

La petite ville de Bourg-Saint-Maurice, située en aval, est assise au milieu d'une vallée pittoresque et fertile, remplie par les cônes de déjections des torrents du Recluz du Versoyen et de l'Arbonne, qui viennent déboucher dans l'Isère. En amont de

(P. TERRIER : Sur la tectonique du massif de Pelvoux, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e série, t. XXIV, p. 734, 1896.)

⁴ M. BERTRAND : Etudes dans les Alpes françaises, *loc. cit.*, p. 88.

cette ville, à Séez, le fleuve fait un coude brusque pour se diriger au Sud-Ouest, en prenant un cours oblique à la direction des plis.

Il reste jusqu'à Aime dans la bande houillère, formée de grès noirâtres et de schistes argileux, dans lesquels ont été ouvertes récemment d'assez nombreuses exploitations d'antracites.

Indiquons dans cette région, d'après M. Kilian, entre Bellentre et Bon-Conseil, trois niveaux de moraine de fond, formant trois plateaux s'abaissant vers l'aval et bien visibles aux Chapelles, à la Thuile et à Vulmis. « La plus inférieure de ces banquettes, celle de Vulmis-Bon-Conseil, accuse une pente vers l'aval notablement plus grande que celle du thalweg actuel de l'Isère, dont elle se rapproche progressivement¹. Cette disposition, d'après le savant professeur de Grenoble, représenterait une série de glaciations séparées par des phases de creusement, pouvant être dues aux eaux de fonte des phases interglaciaires ou à une recrudescence de l'activité érosive du glacier, correspondant avec une période de rétrécissement de ce dernier. La première interprétation lui paraît plus vraisemblable.

A partir d'Aime, la vallée, que dominant à l'Est les contreforts du Mont-Jovet, — l'un des plus beaux belvédères des Alpes, — est creusée dans les terrains secondaires (Trias et Lias), qu'elle traverse plus ou moins obliquement à leur direction. Elle suit même, en certains points, l'axe de quelques-uns d'entre eux. Très large en aval même du bourg d'Aime, où la route est sur un cône de déjections, tandis que la rivière coule en contre-bas, elle se signale au « Saut-de-la-Pucelle » par un phénomène d'épigénie, se rétrécit à Villette par suite de la présence de calcaires saccharoïdes et bréchoïdes, s'élargit à Centron où passe un anticlinal de Gypse, pour se resserrer encore à l'« Étroit ou Détroit du Ciex » (calcaires du Lias inférieur); en ce point, la route a été creusée en tunnel, par suite de l'étroitesse de la vallée.

Un phénomène d'épigénie absolument remarquable s'observe encore près du village de la Plombière. La rivière a été détournée vers l'Est, où elle coule très encaissée, en décrivant un fort contour, tandis que la route est dans une dépression située entre le flanc ouest de la chaîne et des rochers à pic isolés au milieu de la vallée. La dépression a été remplie par des dépôts glaciaires et des éboulis qui ont imposé au fleuve son cours actuel.

La vallée s'encaisse de nouveau près du pont Ador et la rivière, qui, depuis Bourg-Saint-Maurice, coulait du Nord-Est au Sud-Ouest, tourne brusquement vers l'Est, par suite d'un *rebroussement* des plis, pour se diriger ensuite, à partir de Moûtiers,

du Sud-Est au Nord-Ouest. Elle reçoit le Doron de Bozel, — grossi du Doron de Belleville, — en aval des dernières maisons de cette ville, et pénètre dans un pittoresque défilé (Siboulet ou gorge de Pont-Séran) dont elle sort à Aigueblanche. La vallée s'élargit près de cette localité (beaux cônes de déjections) en entrant dans la zone synclinale du col de la Madeleine, pour se rétrécir à Notre-Dame-de-Briançon en pénétrant dans l'anticlinal cristallin. Celui-ci s'accidente de synclinaux houillers et liasiques, qui sont marqués dans la topographie et atteignent la vallée en aval de Feissons (Houiller), près de Rognaix et de Cevins (Lias) et à Saint-Paul (Houiller).

L'Isère reçoit dans cette partie de son cours les eaux d'un certain nombre de torrents latéraux qu'elle s'échelonne de la vallée de Naves à celle de Tours. Ils sont très encaissés dans les schistes cristallins redressés (torrent de la Grande-Maison, torrent du Bayet entre Rognaix et Saint-Paul), tandis qu'ils ont un lit plus large lorsqu'ils sont creusés dans des assises moins résistantes. Ils sont alors plus dangereux, et ont accumulé de gigantesques cônes de déjections à leur débouché dans la vallée principale.

Arrivée à Tours, la rivière se détourne brusquement pour se diriger à l'Ouest et arroser la belle vallée du Grésivaudan, que nous étudierons d'une façon spéciale, après avoir décrit le cours de l'Arc.

En résumé, c'est à la tectonique qu'il faut nous adresser pour comprendre cette coupure transversale, due principalement, en amont de Moûtiers à la sinuosité des plis, et, en aval d'Aigueblanche, à des abaissements d'axe.

La haute vallée de l'Arc, comme celle de l'Isère, est une impasse d'où l'on ne peut aller dans les vallées piémontaises que par des cols de glaciers d'un difficile accès. Elle est creusée, en amont de Bonneval, parallèlement à la direction des couches, qui consistent en gneiss glanduleux rapportés au Permo-Houiller par M. Marcel Bertrand. Nous avons pu les étudier dans la descente du col de l'Iseran, près des chalets de « Piedmonté », où on les voit affleurer au milieu des calcaires dolomitiques et des schistes lustrés.

La rivière, en amont du confluent de la Lenta, a une direction franchement Est-Ouest; sa vallée s'élargit près de Bonneval, où existent de magnifiques cônes d'éboulis, pour reprendre la direction Sud-Ouest et se rétrécir en aval, par suite de l'existence d'un important massif de serpentine. Ce massif existe au même niveau sur les deux rives et est brusquement tranché sur la rive droite, d'après M. Marcel Bertrand, par un accident transversal, tandis que, sur la rive gauche, il repose directement sur le Permo-Houiller, puis en est séparé par

¹ W. KILIAN : Quelques observations nouvelles en Tarentaise (*Bull. Soc. géol. de France*, 4^e série, t. III, p. 298).

quelques bancs calcaires et par une bande assez large de Schistes lustrés se continuant jusqu'au pied du glacier du Vallonet¹.

Ce massif traversé, c'est dans les Schistes lustrés que l'Arc a creusé son lit, et c'est dans cette formation qu'il reste jusqu'à Termignon. Ces schistes ont une grande uniformité de composition, mais la direction peut en être suivie grâce à des lambeaux de calcaire triasique, dont les affleurements ont été relevés avec soin par MM. M. Bertrand et Zaccagna, qui en interprètent de façon différente la signification². Ces affleurements permettent de reconnaître une certaine *sinuosité* dans la direction des plis, sinuosité qui a été suivie par la rivière, à part quelques rares exceptions dues à l'action des torrents latéraux.

La vallée principale ne se signale, au point de vue des phénomènes qui nous occupent, que par la présence de terrasses interglaciaires entre les vallées de l'Arvérole et du Ribon, ainsi que par l'existence d'un énorme éboulis qui s'observe entre Bessans et Lanslevillard. Il a barré la vallée sur plusieurs kilomètres de longueur. Nous y avons vu des blocs mesurant plusieurs mètres cubes.

Les cônes de déjections sont également bien développés aux environs de Lanslebourg, où la vallée est largement ouverte et d'où se détache la route conduisant sur le plateau du Mont-Cenis. Ce plateau est une large combe, dominée au Nord et à l'Est par une enceinte de hautes cimes de schistes lustrés qui constituent la ligne de partage des eaux. On peut attribuer la formation de cette combe aux grands amas de gypses intercalés dans les schistes et qui ont été et sont encore continuellement dissous par les eaux provenant des versants voisins.

Deux terrasses d'alluvions peuvent s'observer en aval de Lanslebourg : l'une à 10 mètres au-dessus de la rivière, qui est postérieure à la dernière glaciation, et l'autre à 50 mètres environ, qui lui serait antérieure³. Nous avons pu constater, au-dessus de cette dernière, l'existence de dépôts glaciaires d'une certaine épaisseur. Un lambeau de la terrasse interglaciaire existe également plus en aval et au point où la route fait un coude brusque pour descendre sur Termignon. En ce point, le cours de l'Arc, profondément encaissé, se signale par un phénomène d'épigénie. La rivière a été rejetée sur la gauche par la présence de ces alluvions situées dans le

thalweg primitif, et n'a pu retrouver le lit qu'elle s'était creusé avant la dernière glaciation.

Termignon, situé au débouché du torrent de la Laysse, qui descend du massif de la Vanoise, marque le point terminus de l'encaissement de la vallée dans les schistes lustrés. L'Arc, qui depuis Lanslebourg avait une direction Est-Ouest, a son lit reporté sur la droite par la présence d'un cône de déjections et revient ensuite à la direction Sud-Ouest qu'il conserve jusqu'à Modane. Son cours est alors presque parallèle à la direction des plis. Le thalweg est creusé dans les gypses, sur la plus grande partie de ce parcours, et l'on ne voit plus dans le bas que des terrasses d'âge récent : les dépôts glaciaires se trouvent plus haut et bien développés, sur la rive droite, aux environs des villages de Sollière, Sardière et Aussois. Ils recouvrent une terrasse d'érosion qui va s'abaissant vers l'aval et indique un stationnement du glacier, avant la dernière période de retrait. Les calcaires du fort de l'Esseillon présentent des stries et un poli remarquable, témoignant de l'intensité de l'action glaciaire dans cette partie du massif. En aval, le roc Tournié, célèbre par ses cristaux d'albite, se présente comme un récif au milieu de la vallée.

L'étude de la rive droite permet d'observer, entre Modane et l'Esseillon, un certain nombre de plis. Ils ont été magistralement décrits par M. Marcel Bertrand et il nous paraît inutile d'y revenir. Ils n'ont d'ailleurs joué aucun rôle sur la direction de la rivière, dont le lit s'est naturellement établi dans les masses gypseuses plus facilement délitables.

L'Arc fait un coude brusque à Modane pour se diriger vers l'Ouest et couper en cluse l'anticlinal houiller, qui est l'axe de symétrie des Alpes de Savoie. Cet anticlinal forme un faisceau de plis, dont nous avons pu constater la réalité en faisant l'ascension des chalets dominant Orelle, d'où l'on voit les assises dessiner sur la rive gauche un synclinal très net sous la pointe de la Sandoneire.

Cette gorge de l'Arc, dans la traversée de la bande houillère, a un aspect sauvage et désolé, qu'augmente encore la présence de nombreux cônes d'éboulis qui descendent jusqu'au thalweg, encombrant, par places, le lit de la rivière.

Le vallée s'élargit, près de Saint-Michel, au passage d'une bande de couches triasiques, pour se rétrécir au « Pas-du-Roc », où les calcaires compacts du Lias inférieur ont opposé une résistance plus grande aux effets de l'érosion. En aval, la vallée, toujours nettement transversale, coupe un ensemble de terrains repliés sur eux-mêmes — que nous avons étudiés avec M. Kilian⁴ — et qui sont

¹ M. BERTRAND : Etudes dans les Alpes. *Loc. cit.*

² Ces schistes appartiennent au Trias supérieur et au Lias pour M. Marcel Bertrand, tandis qu'ils sont Précambriens pour M. Zaccagna; cela étant, les affleurements de calcaire indiquent des anticlinaux pour le premier de ces auteurs, et des synclinaux pour le second. C'est la manière de voir de M. Bertrand qui est actuellement admise par la majorité des géologues alpins.

³ Les matériaux fluvioglaciers n'étant que peu altérés, la terrasse de 50^m peut être considérée comme interstadiaire.

⁴ W. KILIAN et J. RÉVIL : Contribution à la Géologie des

extrêmement délitables (cargneules et gypses, schistes argileux liasiques, schistes argileux tertiaires, etc.) Les versants sont profondément ravinés par de nombreux torrents latéraux. Deux d'entre eux : le torrent de « Saint-Martin-de-la-Porte » et le torrent de « Saint-Julien » ont produit des cônes de déjections d'une énorme épaisseur, dans lesquels la rivière a dû se frayer un nouveau lit. La voie ferrée traverse en tunnel le premier de ces cônes, sur une longueur de 280 mètres. Quant au torrent de Saint-Julien, l'Administration des Forêts a fait creuser récemment une galerie, sur sa berge gauche, et a mis ainsi la vallée à l'abri de ses ravages.

L'Arc entre, en aval de Saint-Jean-de-Maurienne, dans une gorge très étroite, appelée le « défilé de Pontamafrey ». La rivière creuse ici son lit dans le massif cristallin du Rocheray, ondulation anticlinale s'enfonçant au Nord et au Sud sous les terrains liasiques. La vallée semble faire ici exception à la loi de l'abaissement des axes, que nous avons formulée. Cette anomalie peut s'expliquer de la façon suivante : lorsque l'érosion s'attaqua à la chaîne alpine, elle dessina les premiers linéaments de la vallée dans les assises tendres du Lias. Ce ne fut que plus tard, et une fois ce cours nettement fixé, que les roches cristallines furent mises à nu ; elles apparaissent maintenant comme par une boutonnière au milieu de la couverture de terrains secondaires.

La vallée s'élargit à La Chambre en pénétrant dans un synclinal liasique, pour se resserrer en entrant dans la chaîne cristalline. Elle présente encore une succession de bassins et de gorges dus à la différence de dureté des roches traversées. C'est ainsi qu'on peut observer un resserrement à Epierre, où passe une bande de *granulite*. En aval de cette localité, la vallée, plus large, présente sur la gauche une terrasse d'érosion sur laquelle sont construits les villages de Saint-Alban et de Saint-Georges d'Hurtières. Ce « surcreusement » de la partie de la vallée où coule actuellement la rivière, à plus de 200 mètres au-dessous du plateau, semble devoir être attribué aux eaux des fontes interglaciaires ou post-glaciaires. L'action érosive devait être plus intense, au sortir de la gorge d'Epierre, les parties latérales situées en aval étant d'ailleurs partiellement recouvertes par les dépôts morainiques, dont des lambeaux peuvent se voir en de nombreux points (le Grosset, Vernerens, Saint-Alban, etc.).

La topographie de cette partie de la vallée se présente avec un cachet glaciaire caractéristique. La route qui conduit d'Aiguebelle à Epierre, par Saint-Georges d'Hurtières, s'engage, au sortir de

la première de ces localités, dans un couloir sauvage creusé entre les rochers de Charbonnière et les contreforts de la grande chaîne. En arrière, et au milieu d'un cirque rocheux, se trouve un petit lac ; enfin, une autre barre rocheuse, formant comme un promontoire au milieu de la vallée, vient aboutir au hameau de la Pouille. Tous les rochers sont polis et moutonnés dans leur partie amont, et il en est de même de ceux que longe la route avant son arrivée sur le plateau.

L'Arc, au sortir d'Aiguebelle, entre dans un synclinal de terrains secondaires (bord subalpin) pour pénétrer, au-dessous d'Aiton, dans la vallée du Grésivaudan, et se jeter dans l'Isère, près du bourg de Chamousset¹. Une terrasse d'alluvions interglaciaires s'observe sur la rive gauche de cette vallée, et se relie de façon manifeste à des dépôts morainiques sur lesquels sont construits l'église et le château de Chamousset. Un gradin plus élevé, recouvert de nombreux blocs erratiques de *granulite*, se voit, plus à l'Est, près du fort de Mont-Perché, témoignant d'une glaciation antérieure à celle qui a accumulé des alluvions dans le bas de la vallée.

Comme conclusions, nous pouvons dire ici encore que la coupure transversale a une origine ancienne. Si elle ne fournit pas un exemple de l'existence de plis transversaux d'une certaine importance, c'est que, — si cette influence a jamais existé, — les ondulations superficielles ont été depuis longtemps effacées par l'érosion et ne se font pas sentir dans la partie profonde des plis, la seule qui nous soit conservée.

VI

Revenons aux chaînes calcaires de Savoie. Elles sont traversées, d'Ugine à Annecy, par une dépression occupée par le lac d'Annecy dans son extrémité aval, et qui est due, à partir de Faverges, à des ondulations de plis étudiés par M. Lugeon. Cette dépression est une « *vallée morte* », c'est-à-dire une vallée qui a été abandonnée par les puissants cours d'eau qui la sillonnaient autrefois.

Une autre « *vallée morte* » non moins importante est celle de Chambéry, dont nous avons fait une étude minutieuse. Elle est oblique à la direction des plis de Montmélian à Challes, et doit également être considérée comme une ondulation synclinale transverse. Le pli occidental du faisceau anticlinal de la montagne Saint-Michel s'abaisse nettement près de Challes-les-Eaux, en venant pas-

¹ L'Arc entre Aiguebelle et Chamousset, l'Isère entre Albertville et Montmélian ont fait l'objet, au siècle dernier, de travaux d'endiguement absolument remarquables. (Voir à ce sujet J. RÉVIL et J. CORCELLE : Guide du Touriste, du Naturaliste et de l'Archéologue en Savoie, Paris, Masson.)

ser à l'Ouest du village de Saint-Jeoire. Il forme, en ce point, une barre rocheuse, — appelée le « rocher Kazar », — détruite plus au Sud par l'érosion, mais dont la continuation doit être cherchée sur le versant est de la chaîne du Granier. En effet, nous avons trouvé un lambeau de Jurassique au milieu des éboulis de Myans, jalonnant ainsi la direction du pli. Les couches se relèvent dans les environs de Bellecombe (Isère), sous le Granier, où elles atteignent une certaine altitude.

L'inflexion transversale est non moins nette aux environs immédiats de Chambéry, où l'on voit les plis de la chaîne du Nivollet-Revard s'enfoncer sous la vallée pour se relever au Sud et former le faisceau de plis de Montagnole-Entremont¹. Quant à la partie située en aval de la ville et à l'ouest de ces plis, c'est une vallée longitudinale (synclinal), qui se poursuit au Nord par les synclinaux du lac du Bourget et de la vallée de Rumilly, au Sud par ceux de la vallée de Couz et du col du Mollard; c'est dans ce synclinal longitudinal, ainsi que nous l'avons montré², que viennent se relayer des plis appartenant les uns au Jura méridional (Chambotte, Rocher-du-roi-Vivier), et les autres au massif de la Chartreuse (chaîne du Corbelet-Hauterans).

Les relations de ces deux vallées mortes avec la vallée du Grésivaudan ont permis à M. Lugeon d'expliquer la formation de cette dernière, et nous lui empruntons les considérations qui vont suivre³.

Le Grésivaudan n'est plus en relation, comme les vallées que nous venons de décrire, avec la structure des couches. Il présente plutôt des caractères sculpturaux que des caractères tectoniques, et coupe obliquement une série de plis placés en bordure du massif cristallin.

La partie située en amont d'Albertville est traversée par l'Arly et le Doron, qui se jettent aujourd'hui dans l'Isère, mais qui s'écoulaient autrefois vers le Nord. Leur cours s'est modifié à la suite de captures qui sont la cause de l'encaissement actuel de ces rivières. Tous deux se sont creusé des gorges très pittoresques, et celle par laquelle s'écoule l'Arly est particulièrement remarquable.

C'est encore par la dépression de Faverges-Annecy que dut s'écouler l'Isère peu après le soulèvement définitif des Alpes, tandis que l'Arc devait se diriger par le synclinal de Tamié. Quant à la vallée transversale de Chambéry, elle devait être parcourue, au même moment, par des eaux descendant des bassins actuels du Bréda et du

Gelon (massif d'Allevard). Postérieurement et pendant les phases interglaciaires, elle a été parcourue par l'Isère et l'Arc, ainsi qu'en témoignent les terrasses d'alluvions qui s'échelonnent à divers niveaux.

La partie actuelle de la vallée du Grésivaudan comprise entre les deux dépressions synclinales n'existait donc pas au début de l'émersion; il y avait là un seuil assez analogue à la partie montagneuse comprise entre l'Arly et l'Arve. Ce seuil était constitué par des terrains très délitables appartenant au Lias et au Dogger: aussi les rivières, dont le lit s'était établi en conformité des conditions structurales, ont-elles vu leur cours se modifier par l'effet de l'érosion régressive. Les terrains composant le seuil étaient particulièrement favorables à la création de vallées subséquentes, qui ont pu suivre, sans peine, l'approfondissement des vallées transversales. Elles sont ensuite arrivées à les capturer, lorsque les cols qui les séparaient se furent suffisamment abaissés. C'est ainsi que les affluents du Drac ont successivement capturé l'Arc, puis l'Isère, et celle-ci le Doron de Beaufort et l'Arly.

La grande vallée du Grésivaudan est donc postérieure à la formation des Alpes et due uniquement à l'érosion ainsi qu'au déchaussement par la base de plis obliques par rapport à elle⁴.

Une vallée qui lui est parallèle, et dont l'histoire est à peu près analogue, est celle du Gelon, creusée par des torrents provenant du massif d'Allevard. Le plus important est le Bréda, qui a été capturé par un cours d'eau subséquent descendant vers l'Isère. La vallée du Gelon s'est alors trouvée séparée de son tronçon supérieur; elle n'est plus parcourue aujourd'hui que par une rivière, aux allures indécises, et nullement en rapport avec la dépression dans laquelle elle circule⁵.

Tout le versant de la chaîne de Belledonne qui regarde la vallée du Grésivaudan porte les traces indéniables de l'action glaciaire. Les parois rocheuses y sont sillonnées de nombreux torrents latéraux qui leur donnent un cachet spécial; les parties hautes consistent en aiguilles plus ou moins déchiquetées qui surplombent de petits cirques, où

¹ D'après M. P. Lory (séance Soc. géol. France, 5 juin 1904), la vallée du Grésivaudan, de Montmélan à Grenoble, et celle du Drac ne paraissent point avoir subi une migration graduelle, à partir du bord cristallin. Elles longent le pied de l'anticlinal liasique, dont la retombée constituait dans la surface structurale une forte dénivellation. — Quant au contraste qu'offrent ces deux vallées, il résulterait, d'après ce savant, du fait que les glaciers de Belledonne auraient «surcreusé» le Grésivaudan, tandis que ceux du Drac auraient, au contraire, effectué des remblaiements.

² D'après M. P. Lory (C. R., coll. p. 1903), le «surcreusement» des vallées de la Rochette et d'Allevard serait surtout dû à l'action des glaciers, et n'aurait point dépendu seulement du jeu de l'érosion régressive.

¹ J. RÉVIL et J. VIVIEN: Note sur la structure de la chaîne Nivollet-Revard (*Bull. Soc. géol. de France*, 3^e série, t. XXVI, p. 365, 1898).

² J. RÉVIL: Sur la structure de la vallée d'Entremont et du plateau de Montagnole (*Bull. Soc. géol. France*, 3^e série, t. XXVIII).

³ M. LUGEON: Recherches sur les vallées, etc.

se trouvent encore quelques névés, derniers témoins des glaciers qui venaient rejoindre l'immense fleuve glacé lorsqu'il remplissait la vallée principale.

VII

Cette longue étude montre combien est complexe et important le problème de la formation des vallées, et quel intérêt il présente pour qui veut comprendre l'évolution géographique d'une région donnée.

De nombreux facteurs entrent en ligne de compte : les plus importants sont ceux qui ont trait à la structure du sol, à la nature de ses matériaux, enfin aux agents extérieurs dont l'action a été de niveler la terre ferme.

Sous l'action de la pesanteur, l'écoulement des eaux s'est établi, sur la surface topographique initiale, à l'aide de rivières en relation avec la structure de la région. Celles-ci ont cherché à gagner les rivages marins par les chemins les plus courts. Postérieurement, se greffèrent sur elles d'autres rivières qui, lorsqu'elles s'attaquèrent à des terrains éminemment délitables, formèrent des vallées qui purent acquérir un beau développement. Ce fut là l'origine de ces vallées longitudinales, comme celle du Grésivaudan, qui se sont constituées par l'association de tronçons consécutifs et d'autres subséquents : ces derniers étant plus spécialement dus à l'érosion.

Le modelé par les actions glaciaires a joué un grand rôle dans les contrées montagneuses; les phases d'avancées et de reculs des glaciers permettent d'expliquer bien des anomalies. Des causes agissant vers l'aval ont pu également intervenir et permettent, d'après certains savants¹, d'élucider le phénomène des terrasses s'échelonnant à divers niveaux. D'autres auteurs, à la tête desquels est M. Penk, concluent à la fixité du niveau de base, et, pour eux, ces phénomènes ne seraient dus qu'à des causes agissant vers l'amont. C'est du domaine de la Géologie, comme nous l'avons dit en débutant, que dépendent ces diverses recherches. Il est juste de dire, cependant, qu'en fournissant des données sur le rôle des agents qui ont concouru au modelé, la Géographie peut, de son côté, jeter une vive lumière sur certaines questions géologiques. En reconnaissant, par exemple, la liaison intime de certaines formes du relief avec les glaciers, elle sera un guide sûr dans l'appréciation de leur ancienne extension.

La Géologie et la Géographie physique ont donc de nombreux points de contact, et il est indispensable, à ceux qui cultivent cette dernière, de connaître les résultats généraux auxquels est arrivée la première de ces sciences pendant la seconde moitié du siècle qui vient de finir.

J. Révil.

Président de la Société d'Histoire naturelle de Savoie.

L'EXODE RURAL ET LA TUBERCULOSE A LA CAMPAGNE

Quinze ans à peine se sont écoulés depuis que la Russie s'est engagée, grâce aux capitaux français, dans les chemins épineux de la grande industrie. Quelques années plus tard, un statisticien russe, Taugane-Baranovsky, écrivait ceci :

« Le petit industriel rural ne peut pas lutter contre la concurrence des fabriques. Il n'a plus rien à faire dans son village, — la terre ne pouvant combler le déficit du cultivateur industriel, — et, dans ces conditions, le paysan se voit obligé d'aller au loin pour chercher du travail. C'est de cette façon que l'exode rural commence.

« Ainsi, dans le gouvernement de Pskow, le nombre annuel moyen des passeports délivrés aux hommes, qui était de 11.176 pendant la période décennale 1885-1895, s'est élevé en 1896 à 45.973. La plupart d'entre eux (paysans) se rendent à Saint-Pétersbourg et y travaillent dans les usines et les fabriques ou s'y engagent comme portiers, cochers, camionneurs. »

J'ai tenu à citer tout au long ce passage, parce

qu'il nous permet de saisir sur le vif le mécanisme de l'exode rural, courant irrésistible qui arrache le paysan de la terre et le porte vers la ville, vers les centres industriels. Ce phénomène, d'une si haute portée sociale et économique, est un phénomène général auquel aucun pays n'échappe.

Dans un livre admirablement documenté, M. Vandervelde² nous montre, en effet, comment, l'agriculture étant une industrie essentiellement saisonnière, le paysan ne peut subsister de sa terre qu'à la condition d'équilibrer son budget par les revenus tirés d'une occupation accessoire, généralement une industrie primitive et familiale, comme le tissage, la filature, la poterie, la dentellerie, la tableterie, etc. Or, toutes ces industries ont été progressivement ruinées par la grande indus-

¹ Voir sur ce sujet les remarquables travaux du général de la Motte, publiés dans les *Bulletins de la Société géologique de France*.

² E. VANDERVELDE : *L'exode rural et le retour aux champs*. Paris, 1903.

trie, par la machine perfectionnée qui travaille vite et à bon marché, par la concentration des capitaux qui diminue les frais de production. Ne pouvant plus vivre de son lopin de terre, le paysan se voit donc obligé de quitter la campagne et d'aller chercher du travail dans la ville. Les autres causes qui, d'après M. Vandervelde, contribuent au dépeuplement des campagnes, à l'exode rural, sont la décadence de la propriété paysanne, le morcellement du sol, la suppression des biens communaux, l'industrialisation des campagnes, qui remplace la main-d'œuvre agricole par des machines à la vapeur ou à l'électricité, les crises agricoles, etc.

C'est dire par quelles racines profondes l'exode rural tient à notre régime économique. Seul, il nous permet de comprendre pourquoi, au commencement du XIX^e siècle, on ne comptait en Europe que 21 villes de plus de 100.000 habitants, tandis que, vers 1900, le nombre de ces villes s'élevait à 147, avec plus de 40 millions d'habitants, soit le dixième de la population totale.

Quand on connaît les ravages que la tuberculose exerce dans les grandes villes et la rareté relative de cette affection dans les campagnes, on saisit tout de suite les liens qui rattachent l'exode rural au problème de la tuberculose. Les lignes qui suivent n'ont d'autre prétention que d'établir avec quelque précision le rapport qui existe entre ces deux phénomènes.

I

En attirant le paysan dans les villes, la grande industrie ne tarde pas à lui faire sentir la griffe de la tuberculose. Qu'elle en fasse un domestique ou un petit employé, qu'elle le conduise, comme c'est le plus souvent le cas, à l'usine, dans une mine ou une carrière, qu'elle le jette enfin dans la population flottante dont les occupations sont en grande partie industrielles, — le résultat est le même : l'immigré paiera son tribut à la tuberculose qui règne en maîtresse dans les villes.

M. Georges Bourgeois¹ a justement consacré à cette question une étude remarquable, qui mérite certainement le grand succès qu'elle a obtenu.

Prenant Paris pour exemple, il nous montre que, sur une population totale de 2.657.335 habitants, indiquée par le dernier recensement de 1901, on compte 1.694.898 immigrés, et seulement 962 437 nés à Paris. Autrement dit, sur 100 Parisiens, on trouve 63 immigrés pour 37 indigènes. Or, quelle est chez les uns et les autres la mortalité par tuberculose? Après les rectifications nécessaires, M. Bour-

geois arrive aux chiffres de 43,2 ‰ chez les premiers, et de 39,7 chez les seconds.

La différence de 3,5 ‰ qui existe entre les deux chiffres donnés par M. Bourgeois représenterait donc la part d'acclimatement que les immigrés paient à la tuberculose. Elle mesurerait, en quelque sorte, les méfaits de l'exode rural en matière de tuberculisation du pays. Il est vrai qu'elle ne représente qu'une moyenne. Il suffit, en effet, de se reporter à un tableau¹ (tableau VIII, p. 40) dressé par M. Bourgeois, pour voir que les frais d'acclimatement en monnaie de tuberculose sont, dans la grande majorité des cas, bien plus élevés, et que, pour certains départements, la mortalité tuberculeuse est, chez les immigrés, le double de ce qu'elle est dans le pays d'origine.

Toutefois, le département est une unité complexe, où le travail industriel côtoie trop souvent le travail agricole. Pour avoir la mesure des méfaits de l'exode rural, j'ai pensé que l'analyse devait être poussée plus loin que ne l'a fait M. Bourgeois, et qu'il fallait prendre, pour terme de comparaison, la tuberculose rurale. Il m'a semblé que le raisonnement qu'on devait tenir était le suivant : Sur 10.000 campagnards qui immigrent dans les villes, un certain nombre succombent à la tuberculose ; combien auraient échappé au mal s'ils étaient restés à travailler la terre? Il est évident que la réponse à cette question ne peut être fournie que par une étude systématique de la tuberculose à la campagne. Seulement, quand on aborde cette étude, on se trouve en face de documents disparates, d'une valeur inégale et d'une interprétation assez difficile.

II

Si nous consultons les tableaux statistiques dressés pour la France par les soins de M. Brouardel², on constate que la mortalité par tuberculose descend progressivement de 49,9 ‰ dans les villes ayant une population de plus de 50.000 habitants, à 31,7 ‰ dans les villes de 4.000 à 5.000 habitants.

DÉPARTEMENTS	MORTAL. TUBERC. par 10.000 hab. restés dans le pays	MORTAL. TUBERC. par 10.000 hab. immigrés à Paris en 1902
Haute-Marne	20	42
Haute-Loire	25	48
Nièvre	27	42
Vosges	28	61
Lot	31	33
Meuse	33	57
Deux-Sèvres	35	43
Morbihan	36	75
Vaucluse	37	29
Calvados	39	43
Indre-et-Loire	50	36

¹ D^r G. BOURGEOIS : L'exode rural et la tuberculose. Paris, 1905.

² P. BROUARDEL : Travaux de la Commission de la Tuberculose. Paris, 1900.

Cette diminution se faisant d'une façon régulièrement progressive en rapport avec la diminution numérique de l'agglomération, on est tout surpris de voir cette mortalité monter à 35,2 ‰ dans les villes de 2.000 à 3.000 habitants, et atteindre 48,8 ‰ dans les agglomérations comptant 1.000 à 2.000 habitants. D'après M. Brouardel, seule une enquête spéciale pourrait élucider cette tuberculisation de la campagne.

Les statistiques officielles allemandes¹ nous réservent une autre surprise. Dans les deux rubriques qu'elles comportent, elles notent pour les individus de 0 à 15 ans une mortalité de 14,04 ‰ dans 28 grandes villes, et une mortalité de 7,27 ‰ en dehors de ces grandes villes. D'après tout ce que nous savons sur la fréquence de la tuberculose suivant les âges, nous pouvons donc nous attendre à trouver une proportion analogue pour les adultes. Il n'en est rien. Par 10.000 habitants de quinze à soixante ans, la mortalité de tuberculose est de 26,99 dans les grandes villes, et de 25,45 en dehors de ces villes.

Cette constatation, avons-nous dit, est une véritable surprise. Et, de fait, quand on consulte la statistique officielle pour la Prusse², on constate que, pour l'année 1901, la mortalité de tuberculose, sans distinction d'âge, a été, par 10.000 habitants, de 17 dans les communes de campagne, et de 22 dans les communes urbaines. Une autre publication officielle³ nous montre même qu'entre quinze et soixante ans la mortalité par tuberculose en Allemagne est d'autant plus grande dans une région donnée que le taux de sa population urbaine est plus élevé⁴. C'est ainsi que, pour 10.000 habitants, cette mortalité est de 33,5 dans le district de Dusseldorf, dont la population urbaine forme 64,1 ‰ de la population totale, et de 17,2 seulement dans le district de Gumbinen, dont la population urbaine ne forme que 16,6 ‰ de la population totale. Une conclusion analogue découle d'une autre statistique⁵, qui nous montre que, sur 1.000

cas d'invalidité par tuberculose, on en compte (pour les années 1896-1899) 78 chez des agriculteurs, 169 chez les employés de commerce, et 206 chez les ouvriers.

On peut encore citer, dans le même ordre d'idées, la proportion dans laquelle l'agriculture et le travail industriel sont représentés dans les sanatoriums populaires allemands. D'après les chiffres que M. Hamel donne pour les quatre sanatoriums de Grabowsee, Rupperts-hain, Planegg et Görbersdorf, cette proportion est de 49,5 à 59,1 ‰ pour les ouvriers, tandis que pour l'agriculture, y compris tout travail à l'air libre, elle n'est que de 14 à 19,4 ‰. Le même fait apparaît encore dans la monographie de M. Baudran¹, qui, en étudiant la mortalité de tuberculose dans le département de l'Oise, nous montre les différences que présente cette mortalité dans les cantons industriels et dans les cantons agricoles ou mixtes.

III

Cependant, les statistiques globales offrent cet inconvénient que les facteurs à tendances opposées s'y annihilent. Cet inconvénient n'existant pas dans les petites enquêtes locales, celles-ci acquièrent ainsi une importance très grande dans la question qui nous occupe, celle de la tuberculose à la campagne.

Parmi le très petit nombre de travaux de ce genre, il faut certainement citer en première ligne celui de M. Durozoy².

En prenant pour champ d'observation un canton du département de l'Oise, il nous montre la façon dont la tuberculose se présente dans les villages qui composent ce canton (fig. 1). De ces villages, trois sont franchement industriels (filature de coton et de chanvre, fabrique de brosses) : la mortalité par tuberculose y oscille entre 56 et 61 ‰ : elle dépasse, par conséquent, celle de Lyon. Par contre, dans deux autres villages essentiellement agricoles, elle est de 0 dans l'un et de 10 ‰ dans l'autre. Elle monte enfin à 46 ‰ dans un troisième village, dont une partie de la population est restée fidèle au travail des champs, tandis que l'autre partie est occupée dans les usines voisines.

L'enquête publiée dernièrement par M. Fischer³ montre également que c'est bien au genre de vie et de travail qu'on doit attribuer la mortalité tuberculeuse si élevée chez les ouvriers. Cette enquête,

¹ RATHS : *Ergebn. d. Todesursachenstatist. des Jahres 1898. Mittheil. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte*, vol. VI, p. 289. Berlin, 1901.

² Die Sterblichk. nach Todesursachen. *Preussische Statist.*, n° 17, p. 4. Berlin, 1903.

³ HAMEL : *Deutsche Heilst. f. Lungenkr. Tuberkul. Arbeit. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte*, fasc. 2. Berlin, 1904.

DISTRICTS	PROPORTION de la population urbaine en ‰	MORTAL. TUBERC. pour 10.00 hab. (1897-1899)
Dusseldorf.	64,1	33,5
Cologne	53,3	35,2
Wiesbaden	46,7	34,4
Köslin	27,6	19,9
Marienwerder	24,6	17,1
Gumbinen.	16,6	17,2

⁵ Statistik der Ursachen der Erwerbsunfähigkeit, etc. Berlin, 1904.

¹ G. BAUDRAN : *Les foyers tuberculeux en France*. Paris, 1901.

² DUROZOY : *La tuberculose au village*. Paris, 1904.

³ F. FISCHER : *Ueber Entstehungs- und Verbreitungsweise der Tuberk.*, etc., in *Beitr. z. Klin. der Tuberkulose*, 1904, vol. III, p. 19.

faite dans la région de la Forêt-Noire, a porté sur deux villages, dont une partie de la population est restée agricole, tandis que l'autre va travailler tous les jours dans une usine voisine. Or, le rapport entre la mortalité tuberculeuse dans la population agricole et dans la population ouvrière est comme 0,7 à 1,7 dans le premier de ces villages et comme 0,6 à 2,1 dans le second.

En nous en tenant à ces chiffres, nous pouvons donc dire que la tuberculose fait au moins deux fois plus de victimes dans les centres industriels que dans les campagnes. Or, il est intéressant de noter que, d'après le recensement¹ de 1896, on compte en France, sur une population active d'environ 21 millions, un peu plus de 8 millions d'agriculteurs et près de 7 millions d'ouvriers. Si nous ajoutons que 40 à 50 % des ouvriers sont des immigrés de campagne, on comprend l'importance de l'exode en ce qui concerne le développement de la tuberculose.

Cependant toutes les victimes de l'exode rural ne deviennent pas forcément ouvriers industriels. Bon nombre d'entre eux gagnent leur vie comme employés de commerce ou comme domestiques². Malheureusement, nous ne possédons aucune statistique établissant plus ou moins exactement la mortalité tuberculeuse dans ces professions. Je ne puis donc que citer les chiffres que j'ai déjà signalés, à savoir que, sur 1.000 rentes d'invalidité pour tuberculose, on en compte en Allemagne 78 pour les agriculteurs, 169 pour les employés de commerce, 146 pour les domestiques et 206 pour les ouvriers.

Les faits que nous avons cités ne nous permettent pas d'évaluer en chiffres précis les frais d'acclimatement que le paysan immigré dans la ville paie à la tuberculose. Ils nous montrent, cependant, avec la dernière évidence, le rôle énorme et certainement prépondérant que l'exode rural, conséquence inévitable de notre régime économique, joue dans la tuberculisation d'un pays. On comprend ainsi que M. Baudran³ ait pu écrire que « les com-

munes où l'industrie manque ne deviennent pas, d'emblée, tuberculeuses et que cette maladie tire

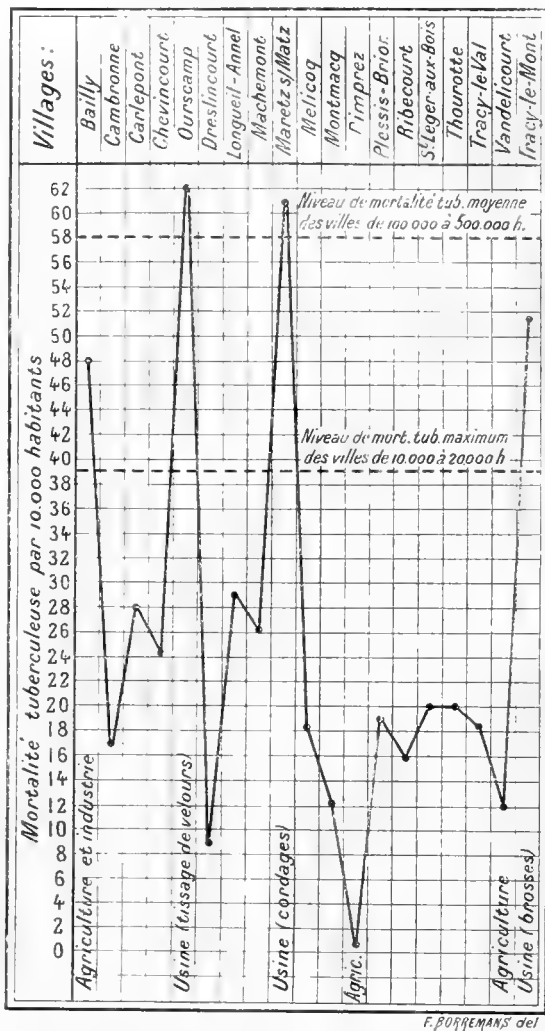


Fig. 1. — Mortalité tuberculeuse dans les villages d'un canton de l'Oise (cette mortalité est ramenée au taux par 10.000 habitants).

son origine de la ville, petite ou grande, foyer industriel pouvant devenir dangereux ».

D^r R. Romme,

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

¹ Résult. statist. du recensement des industries et professions, t. IV, p. 48. Paris, 1901.

² Le recensement de 1896 donne pour ces deux catégories les chiffres de 1.602.056 (commerce, spectacles, banquet) et de 955.138 (soins personnels, services domestiques).

³ G. BAUDRAN : *J. c.*, p. 64.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Stolz, Professeur à l'Université d'Innsbruck, et **Gmeiner**, Professeur à l'Université allemande de Prague. — *Einleitung in die Functionentheorie* (INTRODUCTION A LA THÉORIE DES FONCTIONS). — 1 vol. in-8°, de vi-242 pages. Teubner, éditeur. Leipzig.

L'ouvrage appartient à la collection des *Manuels* (Lehrbücher) que la maison Teubner édite depuis plusieurs années. On publie une première partie, dont voici le résumé :

- I. Variables réelles et fonctions réelles;
 - II. Fonctions réelles à deux ou plusieurs variables réelles;
 - III. Variables complexes et leurs fonctions;
 - IV. Fonctions rationnelles et entières;
 - V. Séries de puissances entières.
- La seconde partie contiendra :
- VI. Caractères de convergence et de divergence pour les séries;
 - VII. Théorie (d'après Weierstrass) d'une fonction monogène, analytique, à une variable;
 - VIII. Fonctions circulaires;
 - IX. Produits infinis;
 - X. Fractions continues finies;
 - XI. Fractions continues infinies.

Il s'agit d'un ouvrage d'enseignement, mais d'un caractère scientifique fort élevé. D'ailleurs, aujourd'hui, les théories nouvelles se dépouillent vite de la complication, parfois superflue, introduite par l'inventeur, se décentrent, et prennent place dans l'enseignement avec des démonstrations clarifiées et classiques.

MM. Stolz et Gmeiner ont fait un manuel extrêmement utile, complet, bien ordonné, bien « à jour », avec des exercices et des exemples nombreux et bien choisis.

Ce dernier point a son importance. Dans les théories un peu abstraites, il est quelquefois moins difficile d'établir l'existence d'une propriété que d'en trouver des exemples effectifs.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences
de l'Université de Lyon.

Habets (Alfred), Professeur ordinaire à la Faculté technique de l'Université de Liège. — *Cours d'Exploitation des Mines. Tome II*. — 1 vol. gr. in-8° de 645 pages. Le Soudier, éditeur. Paris, 1904.

On connaît l'importance de l'enseignement donné à l'École technique de Liège, qui forme tous les ans d'excellents ingénieurs pour les industries minières et métallurgiques de Belgique et de l'Étranger. M. Habets a publié le cours d'Exploitation des mines qu'il y professe, et cet ouvrage, très développé, vient occuper un rang des plus honorables à côté de ceux, universellement connus, de M. Haton de la Goupillière en France, et de M. Köhler en Allemagne.

Les généralités sur les gisements minéraux qui prévalent ordinairement à tous les cours similaires n'ont pas trouvé place ici, en raison du développement donné à cette question dans les leçons de Géologie pure et appliquée, professées à l'École. Pour une raison analogue, l'auteur a très peu insisté sur la préparation mécanique des minerais ou des charbons : la théorie des appareils faisant partie du cours de Métallurgie, il s'est contenté d'indiquer les principes qui président à la préparation mécanique des charbons et à la fabrication des agglomérés.

Après avoir passé en revue les travaux nécessaires

pour avoir accès au gisement, c'est-à-dire tout ce qui se rapporte aux excavations souterraines et aux travaux d'art qui en découlent, il eût été logique d'étudier immédiatement les moyens d'exploiter ce gisement et de reporter à la suite, à titre de corollaires, les questions de transport et d'extraction. L'inversion a été voulue, afin de fournir aux élèves le moyen de mieux tirer parti des visites d'installations minières qu'ils auront à faire dès la première année. Ceux-ci auront certainement plus de facilités pour étudier d'abord ces dernières questions, qui ont, du reste, un rapport intime avec les méthodes d'exploitation adoptées.

L'auteur s'étend longuement au début sur tout ce qui concerne les travaux de mines, sur les outils du mineur depuis les plus simples, pics ou rivelaines, jusqu'aux perforatrices et autres machines bosseyeuses, haveuses, etc., destinées à fissurer ou à rainurer les roches, sur les explosifs qui sont aujourd'hui les auxiliaires indispensables du mineur, sur les travaux d'art, soutènements des galeries et des puits, percements des tunnels, fonçages des puits dans les terrains aquifères ou non, etc. Le transport et l'extraction sont réunis ensuite dans un même chapitre, car l'extraction y est considérée comme un transport plus ou moins vertical dans un puits. Les deux grandes subdivisions de ce chapitre reposent sur cette idée que les véhicules, au moyen desquels est effectué le transport, sont ou non pourvus de roues. Voies, wagonnets, locomotives, chaînes flottantes, câbles, cages, guides, molettes, tambours, freins, etc., forment autant d'articles qui sont décrits dans tous les détails et sous tous les aspects.

L'étude des différents systèmes d'exploitation proprement dite débute naturellement par celle des travaux de recherches qui servent à reconnaître l'existence du gisement et à en apprécier l'exploitabilité. C'est là qu'interviennent les sondages et tubages, dont nous avons un exemple si actuel et si intéressant dans les recherches de houille en Campine et en Meurthe-et-Moselle. Puis, viennent les diverses méthodes d'exploitation à ciel ouvert, souterraines avec ou sans remblai. Cette partie est remarquablement claire et précise.

Après avoir consacré quelques pages à l'administration et posé les principes si importants de l'établissement des prix de revient dans une mine, M. Habets s'arrête sur toutes les questions dont dépendent actuellement la sécurité et l'hygiène des mineurs, c'est-à-dire l'aérage, l'éclairage et le sauvetage. Il explique très bien l'influence heureuse qu'a eue l'organisation des Commissions dites *du grisou* sur les progrès constants de l'aérage des mines depuis vingt ans. Tous les travaux récents de nos ingénieurs au corps des Mines français : Fuchs, Le Chatelier, Chesneau, Lebreton, Rateau, Léon, etc., sont soigneusement relatés et mis à la place qui convient à leur science élevée et désintéressée. Les procédés d'épuisement complètent l'ensemble des moyens que le mineur est obligé d'avoir à sa disposition pour lutter contre les difficultés si nombreuses que la Nature oppose sans cesse à ses efforts et à son énergie : moteurs à matresses tiges avec ou sans rotation, pompes à vapeur ou hydrauliques, et, enfin, pompes électriques qui, en dehors des mines à grisou, présentent tant de facilités au point de vue des transmissions à distance.

L'étude de la translation des ouvriers dans les puits et celle de la manutention des produits à la surface terminent cet ouvrage très développé, auquel les ingénieurs auront certainement recours avec fruit.

ÉMILE DEMENGE,
Ingénieur civil.

2° Sciences physiques

Von Jüptner (Hans baron), *Professeur à l'École des Mines de Leoben.* — **Éléments de Sidérologie, traduits de l'allemand par E. PONCELET et A. DELMER, ingénieurs. Première partie: Constitution des alliages de fer et des scories.** — 1 vol. gr. in-8° de 333 pages avec 91 figurés. (Prix : 18 francs). Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1905.

Un métallurgiste français, C.-E. Jullien, dont la voix un peu mordante, mais souvent prophétique, a longtemps crié dans le désert, classait les produits sidérurgiques, avec les alliages, les verres, les poteries, les roches ignées, dans ce qu'il appelait d'un nom pittoresque : « le crassier de la nomenclature de Lavoisier¹ ».

Le crassier, c'est, au voisinage d'une usine, l'endroit où on amoncelle les « crasses », c'est-à-dire les résidus encombrants et sans valeur actuelle, qui deviennent parfois, comme il est arrivé pour les scories phosphatées du procédé Thomas, des mines d'une exploitation fructueuse.

Il est certain que la Métallurgie n'avait pas ses coutées franches dans le maillot rigide de la chimie des composés définis; elle attendait, pour se développer, du moins comme science, un espace plus libre, et elle l'a trouvé dans le champ de la Chimie physique, dont elle est devenue un des domaines les plus cultivés.

Le baron de Jüptner, professeur à l'École des Mines de Leoben, puis à l'École technique supérieure de Vienne, dont un traité de docimasia a déjà été traduit en français, a été l'un des premiers à comprendre l'évolution métallurgique, le premier, croyons-nous, à tenter la synthèse des données nouvellement acquises. Son titre, la « Sidérologie », est à lui seul un programme. Il annonce « la science qui non seulement détermine la composition intime morphologique et chimique des alliages du fer (Sidérogaphie), mais qui recherche en même temps la façon dont cette composition se trouve modifiée par les influences extérieures et qui établit les relations existant entre cette composition et les propriétés physiques et mécaniques de ces alliages ».

Une telle entreprise est difficile et ingrate. Quand une science est en pleine formation, les résultats s'accumulent rapidement : ils s'ajoutent, se complètent, souvenent aussi se contredisent et se corrigent. Le livre d'aujourd'hui vieillira vite et il faudra bientôt le remettre à jour.

C'est ce qu'a fait M. de Jüptner avec le plus grand zèle et l'ouvrage allemand en est à sa troisième partie. C'est la première seulement dont MM. Poncelet et Delmer nous présentent la version française : elle date donc de quelques années et, pour être tout à fait au courant, il faudrait y joindre les publications ultérieures qui n'ont pas encore été traduites et qui demanderaient à l'être.

Cette première partie prend comme point de départ la théorie des solutions d'après les travaux de ses créateurs, Van't Hoff, H. Le Chatelier, Ostwald, Nernst, etc., et y rattache, d'abord les alliages en général, puis les alliages du fer en particulier et les scories des opérations sidérurgiques, autant qu'il était possible de le faire avec les matériaux dont disposait l'auteur.

M. de Jüptner est extrêmement consciencieux : il s'est toujours documenté directement aux sources et n'en a négligé aucune. Il résume tous les travaux, les discute, y ajoute les siens et les problèmes qui ne sont pas encore résolus se trouvent du moins posés. Les chapitres relatifs aux scories, avec la description des recherches de Vogt sur la structure microscopique, de Gredt et Akermann sur la température de formation et de fusion des silicates, seront presque inédits pour les lecteurs français. L'ensemble forme déjà un édifice

consistant, que l'on verra se continuer et s'achever dans les parties suivantes : il évitera des recherches toujours longues, souvent impossibles, dans la littérature technique de tous les pays et permettra à ceux qui n'ont pas suivi au jour le jour le mouvement de se faire une idée exacte de l'état de la science sidérurgique.

Les traducteurs se sont convenablement acquittés de leur besogne. Nombre de pages, tirées des travaux de nos compatriotes, ont subi l'épreuve, qui eût pu leur être épargnée, d'une double traduction du français en allemand et de l'allemand en français; et elles retrouvent, sinon leur forme originale, du moins leur sens.

Le signataire de ce compte rendu demande la permission de le terminer en remerciant personnellement M. de Jüptner pour l'attention continue qui a été prêtée à ses recherches et la place qui leur a été attribuée dans l'ouvrage.

F. OSMOND,
Ancien Ingénieur aux Usines du Creusot.

3° Sciences naturelles

François-Franck (Ch. A.), *Professeur au Collège de France, Membre de l'Académie de Médecine.* — **Cours du Collège de France de 1880 à 1904 et Travaux du Laboratoire de 1871 à 1904.** — 1 vol. in-8° de 392 pages. Doin, éditeur. Paris, 1904.

Dans cet ouvrage, il serait trop aisé et superflu de louer le fond; il suffit, pour qu'on en conçoive l'intérêt, du titre qui en désigne le contenu et du nom dont il est signé. Tout résumé qu'il est, l'exposé en est clair, le style concis, sans sécheresse. Dans ses principaux chapitres, on s'aperçoit à peine qu'il est formé de fragments, tant l'enchaînement est logique et continu. Par là s'atteste, d'ailleurs, la méthode et l'esprit de suite avec lesquels l'auteur avait réalisé la tâche expérimentale qu'il s'était prescrite. Ainsi l'œuvre se prête, mieux peut-être que l'auteur ne le pense, à une lecture suivie, tout en conservant essentiellement, grâce au dispositif typographique et à une table détaillée, le caractère d'une œuvre à consulter.

La consulteront ceux qu'intéressent soit la Physiologie normale, soit la Physiologie pathologique, soit encore la Psychologie, dans ses rapports avec ces deux sciences. Ils y verront certaines méthodes poussées à un degré remarquable de perfection; ils y trouveront un copieux recueil d'observations importantes, faites avec une telle rigueur, notées avec un tel souci d'exactitude, si délibérément expurgées d'aperçus conjecturaux et d'inductions téméraires, qu'à travers les vicissitudes des théories scientifiques leur intérêt propre ne saurait guère subir d'atteintes.

Presque tous les travaux de M. François-Franck ont été exécutés avec l'aide de la méthode graphique, qu'il a beaucoup contribué à perfectionner pour l'adapter à ses recherches personnelles. Il a utilisé également la méthode photographique, introduite par Marey dans la pratique expérimentale. Il a eu l'ingénieuse idée de combiner les deux méthodes, de façon à en tirer un contrôle réciproque des plus utiles; il a inauguré ainsi la méthode « grapho-photographique ». Sur les applications infiniment variées de ces méthodes générales, sur les ressources qu'elles peuvent offrir dans chaque cas particulier, le livre de M. François-Franck contient de précieuses indications.

Quant aux documents que l'auteur a rassemblés, ils sont trop condensés pour que nous en puissions extraire une véritable analyse, trop nombreux même pour que nous en puissions faire une complète énumération; nous en citerons simplement un certain nombre dans un rapide aperçu.

La première partie de l'ouvrage est consacrée au *système nerveux*. Les recherches exposées concernent la sensibilité en général, la physiologie du système nerveux, le bulbe rachidien, la moëlle, les nerfs périphériques, le cerveau et les appareils nerveux organiques représentés par le grand sympathique et le pneumogastrique.

¹ Baudry, éditeur, Paris, 1870.

On sait l'importance des travaux que M. François-Franck, avec la collaboration de M. Pitres, a consacrés à certaines fonctions du cerveau et, en particulier, aux localisations cérébrales. Cette question a soulevé des controverses nombreuses, et la doctrine des localisations cérébrales n'est pas encore acceptée par l'unanimité des physiologistes. « Cela tient surtout à ce que les considérations théoriques ont été mêlées aux discussions de faits. » On ne peut douter, aujourd'hui, qu'à certaines lésions cérébrales localisées répondent certains troubles moteurs définis; il y a donc des localisations cérébrales; énoncer cette proposition, ce n'est autre chose qu'exprimer un fait. Mais avancer que l'écorce du cerveau renferme, dans les points considérés, des centres psycho-moteurs, c'est-à-dire des groupes de cellules nerveuses formant des organes complets et suffisants du mouvement volontaire, c'est déjà proposer une explication hypothétique et qui n'est pas seule plausible. M. François-Franck soumet à une critique pénétrante les différentes conceptions qui se sont fait jour à ce sujet. Quant à lui, se fondant sur des arguments divers et principalement sur les caractères particuliers qu'il a pu assigner, avec M. Pitres, aux mouvements provoqués par les excitations de l'écorce, il estime « qu'on est conduit à assimiler beaucoup plutôt à une surface sensible spéciale qu'à une zone motrice la zone excitable du cerveau ».

L'épilepsie cérébrale, l'influence du cerveau sur les fonctions organiques, les expressions des émotions (étudiées au moyen de la photographie), la circulation du sang dans l'encéphale, sont autant de questions que l'auteur a longuement approfondies.

Il critique d'une façon détaillée la théorie dite physiologique des émotions, ou théorie de James-Lange; il réfute, par des arguments nombreux et péremptoirs, qui empruntent à sa compétence reconnue une autorité particulière, cette conception erronée à laquelle les psychologues ont fait trop facilement crédit.

Le chapitre relatif à la physiologie du grand sympathique et du pneumogastrique, considérés dans leurs fonctions sensitives et motrices diverses, contient, entre autres documents importants, une étude très complète du nerf vertébral, étude qu'on peut regarder comme un modèle d'analyse expérimentale.

La deuxième partie se rapporte à l'appareil circulatoire: elle occupe le quart de l'ouvrage. Aucun des organes de la circulation n'a échappé aux investigations de l'auteur. L'étude des changements de volume du cœur a fourni de nombreux éléments à l'analyse de la fonction cardiaque et assure une base expérimentale aux théories des souffles extracardiaques, du bruit de galop, etc. La solidarité fonctionnelle du cœur droit et du cœur gauche n'est pas complète au point de vue de l'énergie des contractions, mais, par contre, elle ne se dément jamais au point de vue du synchronisme, contrairement à ce qu'avaient avancé certains auteurs, s'appuyant sur des arguments insuffisants ou fournis par une technique défectueuse. C'est à tort aussi que des physiologistes ont voulu voir, dans la diastole des ventricules, autre chose qu'un simple relâchement musculaire, et soutenu la théorie de la « diastole active ». M. François-Franck n'a pas laissé d'apercevoir et de réfuter encore d'autres erreurs, qu'une observation insuffisante avait accréditées. Associant, dans ces derniers temps, l'exploration photographique du cœur aux explorations graphiques, il a pu confirmer, d'une façon générale, les faits qu'il avait recueillis déjà, et les soumettre à une analyse encore plus fouillée.

On sait que l'innervation accélératrice et modératrice du cœur a fait, de sa part, l'objet d'intéressantes recherches, d'où résulte cette notion que les nerfs dits accélérateurs sont en même temps toni-cardiaques, c'est-à-dire renforcent l'énergie de la contraction cardiaque en même temps qu'ils en accélèrent le rythme. Inversement, les nerfs d'arrêt sont à la fois ralentissants et myotoniques. Mais l'influence sur l'énergie du myocarde n'est pas cependant indissolublement liée à

l'influence sur le rythme. Cela étant donné, on pourrait supposer que ces deux actions, dissociables, s'exercent par des filets nerveux dissociés; mais M. François-Franck ne tient pas cette hypothèse pour nécessaire ni même pour vraisemblable; il croit, d'ailleurs, qu'une foule d'actions dédoublées du même genre ne nécessitent pas des nerfs indépendants, mais « résultent de l'influence des mêmes cordons nerveux sur les attributs multiples des appareils nerveux périphériques ».

L'auteur a longuement et minutieusement étudié la sensibilité du cœur; il a montré que les réactions réflexes spéciales, dont MM. Ludwig et de Cyon avaient trouvé dans le nerf dépresseur la voie de transmission, n'étaient pas, tant s'en faut, les seules qui pussent avoir dans la sensibilité cardiaque leur point de départ. C'est ainsi qu'il a mis en évidence, dans une série de travaux, des réactions réflexes respiratoires (inhibitoires et spasmodiques), portant soit sur les appareils moteurs extérieurs et intérieurs (larynx, bronches), soit sur les vaisseaux pulmonaires, à la suite d'irritations endocardiaques et aortiques variées. Quant aux réactions réflexes de l'endocarde sur le myocarde, elles ne sont pas toujours d'ordre dépresseur: elles peuvent être des réactions d'excitation, qui, loin d'abaisser la pression artérielle, l'exagèrent. De même peut-il se produire, dans ces conditions, des réactions vaso-motrices généralisées, à prédominance constrictive, qui renforcent l'hypertension dans les artères.

Par ces travaux, non seulement des questions de Physiologie normale ont obtenu des éclaircissements, mais encore des problèmes de Pathologie ont reçu des solutions satisfaisantes. A plusieurs de ces problèmes, M. Franck a d'ailleurs appliqué directement les procédés d'analyse expérimentale. Tel a été le cas, par exemple, quand il a reproduit systématiquement, chez des animaux, la plupart des lésions valvulaires connues des cliniciens, ou lorsqu'il a réalisé, par des mécanismes précis, des insuffisances valvulaires purement fonctionnelles, transitoires, liées à une distension excessive du cœur.

Il a pu, dans maintes circonstances, appliquer la méthode graphique chez l'homme malade, et, de même qu'il fit par là profiter la Clinique des ressources techniques de la Physiologie, de même il enrichit la Physiologie de diverses notions dont les hasards de la Clinique favorisent l'acquisition. Ainsi en fut-il lorsqu'il explora le retard du pouls sur la systole ventriculaire, et en nota les variations normales et pathologiques (notamment dans les cas d'anévrismes, où cette exploration est demeurée un utile moyen de diagnostic); lorsqu'il étudia le cours du sang dans l'aorte chez l'homme, d'après l'analyse des battements anévrismaux; lorsque, par des investigations comparatives chez l'homme sain, chez le malade et chez l'animal, il établit les caractères et les conditions provocatrices des souffles veineux et du pouls veineux normal et pathologique, ou qu'il déterminait le mécanisme des accidents causés par l'introduction de l'air dans les veines.

La contribution à l'étude de l'appareil vaso-moteur est considérable. Pour cette étude, des perfectionnements sont apportés à la technique ancienne. Certaines causes d'erreur, insuffisamment suspectées jusque-là, sont mises en lumière. Il est démontré, par exemple, que certaines réactions vasculaires, provoquées dans un territoire par l'excitation du bout périphérique d'un filet nerveux qui y affère, ne sont pas toujours, comme on a pu le penser, liées à l'excitation directe des filets vaso-moteurs, mais bien à l'excitation de filets sensibles à trajet récurrent, et aux réflexes qui s'ensuivent. Il apparaît, d'autre part, que les vasodilatations actives, ou vasodilatations proprement dites, ont pu être confondues avec des vasodilatations passives (simples expansions des vaisseaux sous la poussée intérieure d'une pression sanguine accrue).

Grâce à une technique à la fois sûre et relativement simplifiée, un grand nombre de territoires vasculaires

ont pu être explorés simultanément, et de cette manière la répartition des réflexes vaso-moteurs dans l'organisme a pu être établie : il se trouve que cette répartition ne trahit pas constamment, tant s'en faut, une compensation réciproque entre la circulation superficielle et la circulation profonde ; la formule dite « loi du Balancement », par laquelle a été exprimé ce rapport, est trop absolue. A cette question se relie celle de la spécificité des réactions vaso-motrices des différents nerfs et surfaces sensibles. Les expériences de MM. Hallion et Comte, sur les réflexes vaso-moteurs explorés chez l'homme à l'aide d'un pléthysmographe nouveau, s'y rattachent aussi.

La seconde moitié du volume comprend les travaux relatifs aux autres chapitres de la Physiologie.

L'appareil respiratoire a été exploré à l'aide de la méthode graphique et grapho-photographique. Ainsi ont été analysés les mouvements extérieurs de la respiration, et spécialement les mouvements du diaphragme, au sujet duquel sont apportés un grand nombre de documents nouveaux. L'auteur étudie ensuite, au point de vue de leur sensibilité propre, des réflexes variés dont elles sont les points de départ, des mouvements dont elles sont le siège, et enfin au point de vue de leur circulation locale, les diverses parties de l'appareil respiratoire : fosses nasales, larynx, trachée et bronches, poumon. L'innervation vaso-motrice du poumon a été l'objet d'une étude particulièrement approfondie et précise, que comportait l'importance du sujet et que justifie la valeur des résultats obtenus.

Dans l'appareil oculaire, M. François-Franck a étudié très complètement l'innervation de l'iris ; il a établi, entre autres points, l'indépendance des mouvements de la pupille par rapport aux modifications de la circulation intra-oculaire, les fonctions sensibles des nerfs ciliaires, le rôle du ganglion ophtalmique dans l'iridodilatation réflexe.

De l'appareil digestif, il a exploré l'innervation motrice, sensitive et vaso-motrice, dans chacune des portions : région bucco-labiale et langue, œsophage et cardia, estomac, intestin. Dans son laboratoire, MM. Courtade et Guyon ont scruté avec soin l'innervation motrice et inhibitoire de ce dernier organe. Lui-même, avec M. Hallion, a poursuivi l'étude de l'innervation vaso-motrice, méésentérique et intestinale.

Sur l'appareil locomoteur, ont porté des expériences graphiques et grapho-photographiques relatives aux réflexes médullaires, aux réactions motrices d'origine corticale, à l'excitabilité des nerfs moteurs et des muscles (Denis Courtade), aux exercices gymnastiques.

Par ses recherches sur la chaleur animale, l'auteur a été conduit à rejeter l'existence de nerfs calorifiques ou frigorifiques, et celle de « centres thermiques » spéciaux, conclusion qui se dégage également des travaux exécutés dans le laboratoire par M. J.-F. Guyon. Des études sur les effets de la réfrigération artificielle, sur la température du cerveau et ses variations fonctionnelles, appartiennent au même chapitre.

Les appareils de sécrétion ont été envisagés à divers points de vue.

M. François-Franck a étudié, avec M. Hallion, à l'aide d'appareils volumétriques nouveaux, l'innervation vaso-motrice de la glande sous-maxillaire, du pancréas, du foie, du corps thyroïde, de la rate. Dans son laboratoire, MM. Enriquez et Hallion ont contribué à l'étude de la sécrétine. L'auteur rapporte encore ses recherches sur l'innervation vaso-motrice du rein, celles de MM. Courtade et Guyon sur la motricité et la sensibilité vésicales, celles, enfin, de MM. Carrion et Hallion, d'une part, de M. R. Quinton, d'autre part, sur la toxicité urinaire. Une étude sur l'innervation vaso-motrice des organes génitaux est annexée à la même série.

Le chapitre suivant résume les expériences ayant trait aux injections d'eau salée dans les veines, réalisées

par M. Hallion, soit avec M. Carrion, soit avec M. Enriquez, et les recherches de M. Quinton sur l'eau de mer, milieu organique. Ces dernières études sont parmi celles qui ont conduit M. Quinton à cette conclusion générale que « la vie animale, apparue à l'état de cellule dans les mers, a maintenu, à travers toute la série évolutive, les cellules constituant les organismes dans leur milieu marin », et à cette conception également nouvelle de l'organisme : « Un organisme, si élevé que soit le rang qu'il occupe dans l'échelle animale, est une colonie de cellules marines. »

L'ouvrage se termine par une partie relative aux substances toxiques, particulièrement étudiées au point de vue de leurs effets cardio-vasculaires ; ce sont l'atropine, le chloral, la digitaline, la strophanthine, le chloroforme, la cocaïne et la nitrite d'amyle. Un dernier chapitre est consacré à l'exposé des recherches de MM. Enriquez et Hallion sur la toxine diphtérique.

Dr HALLION,

Chef des travaux de Physiologie pathologique à l'École des Hautes-Études.

4° Sciences médicales

Broca (A.), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris. — Leçons cliniques de Chirurgie infantile. 2^e série. — 1 vol. gr. in-8° de 584 pages, avec 98 figures dans le texte. (Prix : 10 fr.) Masson et C^o, éditeurs. Paris, 1905.

Les leçons cliniques faites par des professeurs de talent ont toujours beaucoup de succès auprès du public médical, surtout quand elles ne se perdent pas dans les discussions théoriques, mais qu'elles embrassent en détail tous les points pratiques intéressants à connaître. Ce souci des détails utiles a été la raison pour laquelle fut enlevée en quelques mois une première série de leçons cliniques publiées il y a deux ans à la même librairie ; il fera le succès de la deuxième série.

L'auteur, en trente-cinq leçons, passe en revue les points principaux de la chirurgie infantile. La syphilis, avec ses localisations osseuses, fait le sujet des cinq premières leçons. La tuberculose osseuse, cette plaie de l'enfance, nous vaut un grand nombre d'excellents chapitres : signes de début du mal de Pott ; ostéoarthrite tuberculeuse sacro-iliaque et sacro-lombaire, coxalgie subaiguë et arthrite non tuberculeuses de la hanche, tuberculose osseuse multiple et infiltrante des nourrissons, etc. D'importantes leçons sont consacrées aux ostéomyélites, à l'ostéomalacie infantile, aux arthropathies des hémophiles, etc.

M. A. Broca étudie longuement et complètement la question des hernies de l'enfant ; après avoir décrit leurs variétés anatomiques et cliniques, les causes de leur étranglement, il nous dit pourquoi et comment il faut les opérer.

On lira avec fruit les pages consacrées à l'hyper-trophie ganglionnaire simple, à son diagnostic avec le lymphadénome bénin, le sarcome ganglionnaire, la tuberculose. Les abcès péri-pharyngiens forment le sujet de la trente-deuxième leçon. La trente-troisième traite de la gangrène symétrique des extrémités et contient, sur les engelures graves des enfants, beaucoup de renseignements précieux.

L'ouvrage se termine par deux questions qui ne sauraient manquer dans un livre de Chirurgie infantile : la question de la mastoïdite, la question des appendicites. L'auteur montre que l'appendicite n'est pas une maladie aiguë, mais est, en général, une lésion chronique à épisodes aigus. On trouvera dans le nouveau livre de M. Broca bien des points nouveaux mis au jour, nombre de faits élucidés par l'esprit clair du chirurgien de l'Hôpital des Enfants-Malades.

Dr P. DESSOSSES.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 Avril 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. le duc de Guiche et H. Gilardoni décrivent le principe d'un nouvel embrayage.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. D. Gernez a reconnu que la lumière émise par les cristaux d'anhydride arsénieux se produit au moment de la rupture de ces cristaux; c'est un phénomène de triboluminescence. — M. Ch. Fabry a appliqué au spectre solaire sa méthode de spectroscopie interférentielle. Cette méthode permet l'application facile de la photographie et, par suite, l'étude des petites longueurs d'onde, invisibles à l'œil. — M. S. Turchini a étudié les variations d'éclat données par un tube de Crookes à l'aide de l'illumination d'un écran fluorescent. L'éclat de l'écran croît avec l'intensité à étincelle équivalente constante; à intensité constante, il diminue quand la fréquence des interruptions augmente. — M. P. Breuil a examiné au microscope divers échantillons de caoutchouc en coupes minces ou pellicules.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. P. Fliche a constaté que l'*Euphorbia lathyris* se montre, en Lorraine, dans les jeunes taillis parce que ses graines, conservées dans le sol, reçoivent alors la quantité de chaleur nécessaire pour germer; mais que, le taillis atteignant l'âge de quatre ans, les graines, n'ayant plus cette même quantité de chaleur, restent à l'état de vie ralentie jusqu'à l'exploitation suivante. — M. C. Gerber résume ses recherches sur le diagramme floral des Crucifères. La formule florale est: $S(2l+2m)$. $P(4d)$. $E(2l+4d)$. $C(2ls+2mf)$. — M. M. Molliard, en cultivant du mycélium stérile de morille obtenu en cultures pures dans un sol contenant des pommes, a obtenu des morilles normales avec appareil ascospore. — M. Ed. Griffon a constaté que, chez les bourgeons, les jeunes rameaux feuillés, les jeunes feuilles, vrilles et entre-nœuds, la respiration est plus forte que l'assimilation avec une faible intensité lumineuse; mais c'est le contraire qui se produit quand la lumière est forte.

Séance du 1^{er} Mai 1905.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Langevin montre que la théorie des électrons prévoit, de manière complète et pour tous les ordres d'approximation, l'impossibilité de mettre en évidence par des mesures statiques le mouvement de translation de la Terre. — M. Mascart signale l'enregistrement, au pic du Midi et au parc Saint-Maur, des secousses sismiques du 29 avril. M. Guinchant a observé de nouvelles réactions lumineuses dans la réduction des hypochlorites; la cause de l'émission de la lumière serait la production et la décomposition immédiate de chlorure d'azote. — M. E. Mathias, par la mesure expérimentale de la chaleur de vaporisation apparente de l'acide carbonique au delà de la température critique, a démontré l'unicité des états saturés en équilibre. — M. A. Ponsot montre que la formule classique donnant le dégagement de chaleur dans le déplacement de l'équilibre d'un système capillaire est inexacte, ainsi que les conséquences qu'on a pu en déduire. — M. E. Rogovski a constaté que la différence de température entre la surface de fils d'argent parcourus par des courants électriques et celle de l'eau qui les entoure diminue avec le diamètre des fils, avec la température de l'eau ambiante, avec la vitesse du courant d'eau. — M. M. Berthelot a observé qu'aux hautes températures

l'oxygène traverse la paroi d'un tube de silice fondue en proportion plus forte que l'azote; la perméabilité pour l'hydrogène est encore plus considérable. — Le même auteur montre que l'azote et l'hydrogène purs ne se combinent pas à 1.300° dans le tube chaud-froid; à la même température, AzH^3 subit une décomposition complète et non réversible. — M. A. Ditte a constaté que l'action de HgI^2 sur l'acide sulfurique pur au delà de 200°, qui conduit à la formation de petites quantités d'iode, doit être attribuée en partie à l'oxygène de l'air, et surtout à la présence de petites quantités de SO^2 . Dans la liqueur, il se forme un composé de sulfate et d'iodure mercurique. — M. C. Matignon, en chauffant dans un courant de Cl et de HCl chargé de vapeurs de SCl^2 la matière solide obtenue par évaporation de la solution chlorhydrique des oxydes des terres rares, a obtenu facilement les chlorures anhydres des métaux rares. — M. E. Rengade a observé que le césium-ammonium se décompose spontanément, mais très lentement, en amidure et hydrogène. L'amidure s'obtient plus rapidement par action de AzH^3 sur le métal à 120°; il est décomposable par l'eau en ammoniac et hydrate de césium. — M. E.-P. Alvarez a constaté que l'amidonaphtholsulfonate de soude - 1:2:6 en solution à 5 % constitue un excellent réactif des sels de potassium neutres. — M. E.-S. Belenoux propose le remplacement du nitrate de soude par le nitrate de chaux comme engrais en Agriculture. — MM. J. Ville et E. Derrien, par l'action de HF dilué sur la méthémoglobine, ont obtenu à l'état cristallisé une combinaison fluorée de ce corps, à spectre caractéristique. — M. F. Battelli et M^{lle} L. Stern ont trouvé, dans plusieurs tissus, de même que dans le sérum sanguin, une substance ayant les propriétés d'un ferment et présentant le pouvoir de détruire l'anticatalase, en protégeant ainsi la catalase; ils la nomment philocatalase.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. E. Clément a administré avec succès l'acide formique dans deux cas de tremblements très intenses, qui ont presque entièrement disparu. — M. St. Leduc a reconnu que la contraction musculaire a pour conséquence l'élevation de la pression osmotique dans le muscle; elle peut dépasser 2,5 atm. Cette élévation est d'autant plus grande que les contractions sont plus prolongées ou plus fortes. — MM. C. Vaney et F. Maignon, étudiant le chimisme des métamorphoses du ver à soie, ont constaté une formation intense d'albumines solubles et de glycogène pendant le filage, et, à partir du moment où la chrysalide est formée, une consommation constante de ces substances. — M. G. Fron a observé que le mycélium de morille a besoin, pour son développement, d'une forte alimentation hydrocarbonée (inuline, glucose, amidon); il est moins exigeant sous le rapport des principes minéraux, mais réclame néanmoins des phosphates, azotates et sels de Ca et de Mg. — MM. F. Foureau et L. Gentil communiquent leurs observations sur les régions volcaniques traversées par la Mission saharienne.

Séance du 8 Mai 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Alph. Demoulin s'est proposé de déterminer, en Géométrie non euclidienne, tous les couples de surfaces applicables l'une sur l'autre, de manière qu'aux lignes asymptotiques de l'une corresponde un réseau conjugué tracé sur l'autre. — M. Ed. Maillet établit l'impossibilité en nombres entiers réels de plusieurs équations indéterminées de la forme $x^a + y^a = bz^a$. — M. G. Rémouond commu-

nique quelques résultats auxquels l'a conduit l'application du théorème fondamental de M. Borel à la théorie des nombres et à celle des fonctions. — M. G. Marié étudie les oscillations des véhicules de chemin de fer à l'entrée en courbe et à la sortie. Les oscillations de la caisse sur les ressorts en travers se font autour d'un point sensiblement fixe, le centre d'oscillation. — Le P. Colin adresse le résultat de ses travaux géodésiques et magnétiques aux environs de Tananarive. — M. E. Esclangon présente ses observations de la comète Giacobini 1905 a, faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Duhem cherche à déterminer théoriquement l'hystérésis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant. — M. G. Urbain a observé, avec la solution neutre du chlorure de gadolinium, dans l'ultra-violet extrême, un spectre d'absorption nouveau. — M. D. Gernez a constaté que la luminescence qui se produit lorsqu'on agite des solutions concentrées du sulfate de potassium pendant qu'elles cristallisent n'a lieu qu'au moment de la rupture des cristaux déjà formés; c'est donc un cas de triboluminescence. — M. A. Ponsot, étudiant les phénomènes qui se produisent dans les espaces capillaires, arrive à la conclusion que le volume spécifique de chaque fluide n'est pas le même dans toute son étendue. — MM. André Broca et Turchini ont déterminé la résistance de divers fils métalliques pour les courants de haute fréquence. Les résultats présentent avec ceux déduits de la loi de Kelvin des écarts notables, supérieurs aux erreurs d'expérience. — M. Ph.-A. Guye propose un nouveau mode de calcul des poids moléculaires exacts des gaz liquéfiables à partir de leurs densités, qu'il nomme méthode par réduction des éléments critiques. — M. G. Belloc, au cours de recherches sur les gaz occlus dans les aciers, a constaté l'osmose de l'oxygène à travers les tubes de silice fondue aux hautes températures; en même temps, la silice fondue se dévitritifie. — MM. A. Haller et M. Desfontaines signalent de nouveaux cas d'exaltation du pouvoir rotatoire de molécules aliphatiques en passant à l'état de composés cycliques : éthers β -méthyladipiques \rightarrow éthers méthylcyclopentanecarboniques correspondants. — M. A. Joannis, en faisant réagir le potassammonium sur le bromure de baryum ammoniacal, a obtenu du bromure de potassium, de l'amidure de baryum et de l'hydrogène. — M. G. Malfitano, par l'hydrolyse de solutions diluées de chlorure ferrique et filtration sur membrane de collodion, a obtenu des résidus colloïdaux répondant aux formules $\text{Fe}^2\text{Cl}^{\cdot n}\text{Fe}^2(\text{OH})^n$ ou $\text{HCl}^{\cdot n}\text{Fe}^2(\text{OH})^n$. — M. H. Dejust a constaté que l'oxyde de carbone, agissant à la température ordinaire et à sec sur l'oxyde d'argent, le ramène immédiatement à l'état métallique, avec une élévation de température qui porte la masse vers 130°. Cette réaction peut servir à déceler des traces d'oxyde de carbone dans l'atmosphère. — M. Roederer, par l'action de AZH^3 sec sur le strontium refroidi à -60° , a obtenu du strontium-ammonium $\text{Sr}(\text{AZH}^3)^2$. — M. P. Alvarez, en faisant réagir l'acide iodhydrique naissant (acide phosphorique + iodure) sur une solution d'acide osmique, a obtenu un nouvel iodacide osmieux $\text{I}^2\text{Os}_2\text{HI}$, qui, dissous, possède une belle couleur vert émeraude. Cette réaction peut servir à caractériser à la fois l'osmium et les iodures. — M. H. Moissan, en faisant réagir l'anhydride carbonique sur l'hydrure de potassium, au delà de 54° , a obtenu l'oxalate de potassium, réalisant ainsi la synthèse complète de l'acide oxalique : $2\text{KH} + 2\text{CO}^2 = \text{K}^2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2$. — M. E. Chablay, en faisant réagir les métaux-ammoniums sur les dérivés halogénés du méthane, a obtenu : avec le chlorure de méthyle, du méthane et de la méthylamine; avec le chloroforme et l'iodoforme, du méthane et des traces d'acétylène et d'éthylène. — M. P. Lebeau a fait des constatations identiques avec les mono-chlorures forméniques; il obtient toujours d'une part le carbure, d'autre part l'amine primaire correspondante. — M. A. Kling,

étudiant l'action des alcalis sur les solutions aqueuses d'acétol, a reconnu que ce dernier se comporte comme un pseudo-acide. — M. C. Marie, par réduction électrolytique des acides nitrocinnamiques, a obtenu les acides azoxycinnamiques et aminohydroxycinnamiques correspondants. — M. Eug. Roux a constaté que les amidons artificiels sont saccharifiables par le malt, comme la fécule, en donnant les mêmes produits : maltose et dextrines, le maltose étant seulement en plus forte proportion. — MM. A. Trillat et Sauton ont appliqué au lait la méthode de recherche de l'ammoniaque basée sur la réaction de l'iode d'azote. Le lait de vache saine, traité avec propreté, ne doit pas contenir d'ammoniaque. — M. F. Wallerant a constaté l'existence d'une transformation polymorphe par action mécanique dans le mélange cristallisé d'azotate de thallium et d'ammonium.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. Laveran signale l'existence, dans le sang normal, de formes plus ou moins modifiées qui peuvent être confondues avec des hématozoaires endo-globulaires : hématies vacuolaires, hématies nucléées, hématies mouchetées, hémato-blastes. Ces causes d'erreur sont relativement faciles à éviter. — MM. M. Doyon et J. Billet ont constaté que, dans l'intoxication chloroformique, c'est le foie qui est lésé à l'exclusion des autres organes, sauf, cependant, du rein. — MM. H. Guillemard et P. Vranceano ont reconnu qu'à l'état physiologique la toxicité alcaloïdique entre pour 20 à 25 % dans la toxicité globale de l'urine. — M. Ch. Porcher a observé, chez la chèvre sans mamelles, lors de l'accouchement, une hyperglycémie très accentuée, dont la glucosurie est le signe immédiat. — MM. C. Vaney et F. Maignon ont étudié l'influence de la sexualité sur la nutrition du *Bombyx mori* aux dernières périodes de son évolution. — M. N. Bernard montre que certaines Orchidées (*Odontoglossum*, *Vanda*, etc.), connues des horticulteurs pour la difficulté exceptionnelle de leur germination, dépendent d'espèces spéciales de champignons endophytes, sans lesquels elles ne peuvent vivre. — M. Ch. Répín pense que les substances utilisées effectivement par la morille pour sa nutrition sont, non les sucres fermentescibles, comme l'admet M. Molliard, mais des composés du groupe des celluloses. — M. Cayeux, étudiant l'état de conservation des minéraux de la terre arable, a reconnu, dans tous les échantillons : 1° des minéraux inaltérables; 2° des minéraux susceptibles de se dissoudre sans laisser de produits d'altération; 3° des minéraux altérés.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Mai 1903.

M. Goldschmidt lit un travail intitulé : Variole et vaccine dans le département du Bas-Rhin pendant le premier tiers du XIX^e siècle. — M. Duranton donne lecture d'un Mémoire sur les dystrophies osseuses congénitales, l'achondroplasie et le rachitisme.

Séance du 9 Mai 1903.

M. P. Bouchet lit un travail intitulé : Observation et jugement en chirurgie; leur rôle respectif, leur solidarité, leur synthèse. — M. Couteaud donne lecture d'un Mémoire sur un polype tuberculeux du genou.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 Mai 1903.

M. J. Krassilshchik étudie le développement de la *Mikroklossia prima*; il suit d'abord exactement celui des Coccidies, puis rappelle ensuite celui de certaines Microsporidies. — M. A. Dastre montre qu'il y a dans l'organisme des organes formateurs et des organes destructeurs de fibrinogène. — M. Ed. Retterer estime que l'apparition des protovertèbres dans l'embryon des Mammifères détermine la première métamérie et porte

sur les téguments, les myotomes, les nerfs et les vaisseaux intersegmentaires. D'abord d'apparence uniforme, le rachis membraneux présente à son tour une succession de disques alternativement sombres et clairs (2^e métamérie). Les changements qu'il présente, dans son évolution, sont dus aux transformations d'un seul et même élément conjonctif : d'abord cellule protoplasmique, puis élément réticulé, ensuite cartilagineux ou fibro-cartilagineux, enfin osseux. — **MM. Ch. Achard, L. Gaillard et G. Paiseau** ont constaté que les modifications cellulaires que provoquent les écarts de concentration du sang par suite d'injections massives exercent peut-être une influence sur la quantité de l'urine émise, mais ne paraissent pas modifier profondément les rapports des divers matériaux de l'urine. — **M. L. Marchand** a étudié les lésions du cortex sous-jacentes à des épaissements méningés chez certains aliénés chroniques; elles sont très superficielles, mais étendues. — **M. M. Langeron** propose l'emploi du lactophénol de Amann pour le montage des Nématodes. — **M. G. Billard** rappelle que le chlorure de sodium, qui élève la tension superficielle des urines humaines normales, abaisse la tension de celles des Herbivores. — **MM. G. Billard et Perrin** ont étudié les variations de la tension superficielle des urines au cours de quelques maladies: érysipèle, variole, néphrite — **M. H. Cristiani** a reconnu que le tissu parathyroïdien transplanté est susceptible de donner lieu à des greffes persistantes au même titre que le tissu thyroïdien; il présente, en outre, une résistance très remarquable comparativement au tissu thyroïdien. — **M. F. Battelli et M^{lle} L. Stern**: La phylacatalase et l'anticatalase dans les tissus animaux (voir p. 484). — **MM. C. Nicolle et C. Comte** montrent que les corps en anneaux décrits par **MM. Sergent** dans le sang des paludéens paraissent être la conséquence du procédé employé pour étaler le sang. — **MM. P. Carnot et P. Amet** ont constaté que l'augmentation extrêmement considérable de poids provoquée par une série d'intoxications très légères est un phénomène général, en partie indépendant de la nature même du poison absorbé. — **M. E. Maurel** arrive à la conclusion que chaque région et chaque organe ont un zéro physiologique qui leur est propre; il est susceptible de varier comme leur propre température, et il est inférieur à la température normale de quelques degrés. — **M. A. Frouin** signale des travaux de Schemiakine qui confirment ses propres recherches sur la sécrétion du suc gastrique. — **M. Pinoy** démontre l'existence, chez les Myxamibes, de diastases, notamment de la gélatinase, analogues à celles qu'a trouvées **M. Mouton** chez les Amibes. — **M. A. Borrel** a observé, chez des souris cancéreuses, une infection vermineuse et la présence de spirochètes dans les sinus sanguins. — **M. F. Lange** met en évidence l'existence d'une exotoxine sécrétée par le bacille typhique vivant. — **M. H. Vincent** montre que le bacille fusiforme jouit de propriétés pyogènes; mais il emprunte une partie de son activité à son association avec un spirille. — Le même auteur a reconnu que les stomatites secondaires, particulièrement la stomatite mercurielle, sont dues pour la plupart à des bacilles fusiformes associés à des spirilles. — **M. A. Pi y Suner** a observé que les composés d'origine catabolique qui sont les facteurs de l'urémie produisent un état d'inhibition dans l'activité sécrétoire des épithéliums rénaux. L'injection de sang urémique est toujours la cause d'un accroissement de la densité urinaire et produit toujours l'apparition d'albumine dans l'urine. — **M. Ch. Féré** montre que le chatouillement offre des risques, par l'excitation ou par la dépression qu'il produit suivant la dose.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 2 Mai 1905.

M. G. Denigès a étudié la localisation de l'arsenic dans les organes d'animaux ayant subi l'intoxication lente ou aiguë. Il en trouve, en moyenne, trente-cinq

fois plus dans le foie que dans les centres nerveux, ce qui infirme la loi de Scodosuboff. L'auteur recommande l'emploi de la solution chlorhydrique d'acide hypophosphoreux pour la détermination de l'arsenic en toxicologie. — **M. Ch. Mongour** signale un cas de néphrite dans lequel les œdèmes sont d'autant plus accusés et les urines d'autant moins abondantes que la station debout se prolonge davantage. — **M. J. Chainé** a observé que le digastrique, parallèle à l'axe du corps chez les formes inférieures, devient de plus en plus oblique par rapport à ce dernier axe à mesure que la tête s'incline. — **M. Cavalié** a reconnu que la substance de l'ivoire des dents décalcifiées est décomposable en feuilles ou lamelles verticales qui rayonnent de la cavité pulpaire vers l'extérieur. Parallèlement, sur des dents normales non décalcifiées, il existe des plans lamellaires verticaux et rayonnants de substance moins dense.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Mai 1905.

M. le Vice-Président annonce le décès de **MM. H. Dufet**, président, et le Colonel **Renard**, membre de la Société.

M. Blanc étudie la résistance au contact de deux métaux. Le contact étudié était le contact entre deux surfaces d'acier bien polies, et la résistance était mesurée par le dispositif ordinaire du pont de Wheatstone; on pouvait faire varier l'intensité du courant qui traversait le contact. L'établissement du courant provoque une diminution progressive dans le temps et irréversible de la résistance du contact, qui constitue le phénomène de la cohération; la résistance tend vers une limite donnée pour une intensité donnée, et la valeur de cette limite diminue quand l'intensité augmente. En outre, la résistance du contact varie réversiblement en fonction de l'intensité, quand la durée du passage du courant est trop faible pour que la cohération puisse se produire, ou encore quand la cohération est terminée pour les intensités considérées. Si l'on renverse le sens du courant pendant que la cohération s'effectue progressivement dans le temps, les premières inversions produisent une chute de résistance très marquée qui s'atténue peu à peu; on a même ensuite une augmentation très faible, et tout effet disparaît finalement quand la cohération est terminée. D'autre part, si l'on étudie la résistance du contact en fonction de la pression, on constate que les résultats expérimentaux ne s'accordent pas avec les conséquences qu'on peut déduire des formules données par Hertz pour calculer la déformation des surfaces et, par suite, la résistance du contact. On est amené à supposer qu'en outre de la déformation élastique il se produit en chaque point de contact une modification qui diminue la résistance en ce point. Cette modification change surtout les résultats pour les faibles pressions, et la courbe de la résistance descend d'abord, à mesure que la pression augmente, beaucoup plus vite que ne l'indiqueraient les formules de Hertz. De plus, la modification dont on est obligé d'admettre l'existence n'est pas instantanée, mais progressive dans le temps; elle est, au moins en partie, irréversible, car on trouve une résistance plus faible pour la même valeur de la pression quand on fait décroître la pression après être allé jusqu'à une valeur maxima. Ces analogies avec la cohération se précisent encore par le fait suivant: si l'on produit la cohération du contact pendant qu'on augmente la pression, la résistance, qui a diminué brusquement, reste constante pendant un certain temps, pendant que la pression continue à augmenter, et ne se remet à diminuer que lorsque la pression a subi une augmentation notable. Si l'on cohère, au contraire, pendant qu'on diminue la pression, la résistance se remet à augmenter, comme elle le fait quand elle n'est pas cohérente, et l'on n'a aucune discontinuité dans la courbe. Les modifications dues à la cohération et à la pression paraissent donc analogues. On a examiné au microscope la surface supérieure d'un contact formée d'un couvre-objet de microscope recou-

vert d'une couche d'argent transparente; la deuxième partie du contact était une sphère d'acier parfaitement polie; les anneaux produits entre les deux surfaces permettent de mesurer leur distance. On constate qu'avec une différence de potentiel faible, le courant ne passe qu'au contact optique, et il n'y a pas d'étincelle; on ne peut produire la cohération qu'à ce moment, et elle se produit sans qu'on voie ni étincelle, ni fusion. La surface ne présente aucune modification apparente. Une autre expérience montre que le phénomène est purement superficiel: on peut faire deux gouttes de mercure très propres qui se touchent sans se mélanger; si le mercure contient des traces d'oxyde, les deux gouttes forment un cohéreur et ne se mélangent pas par la cohération, malgré leur fragilité. Tous ces faits suggèrent un rapprochement entre le phénomène de la cohération et celui de soudure par diffusion des métaux, réalisée sous l'action de la pression dans les expériences de W. Spring. Le courant provoquerait cette diffusion, comme le fait la pression. On peut se rendre compte de cette action du courant et de la cohération par la théorie cinétique des métaux. — M. H. Buisson présente les résultats de la nouvelle détermination de la masse du décimètre cube d'eau pure (par la méthode de MM. Macé de Lépinay, Benoit et Buisson). Le problème de la détermination de la masse du décimètre cube d'eau pure est le même que celui de la détermination du rapport du décimètre cube au litre, volume occupé à 4° par 1 kilogramme d'eau. La méthode consiste à mesurer un même volume avec les deux unités. Dans le cas actuel, on prend un solide bien défini, un cube, fait d'une matière inaltérable, le quartz, dont le volume se déduira de mesures de longueur. On l'évalue en litres, par la méthode des pesées hydrostatiques. Pour éviter les erreurs provenant des accidents possibles, on détermine d'abord sa masse M , puis à loisir sa densité relative à l'eau, soit d_0 . $\frac{M}{d_0}$ est son volume à 0°, en litres.

Ces mesures, qui ont porté sur deux cubes de 4 à 5 centimètres d'arête, ont été faites par M. Benoit, au Bureau international des Poids et Mesures. Les dimensions géométriques ont été mesurées optiquement, suivant la méthode déjà publiée de MM. Macé de Lépinay et Buisson. Par l'emploi de deux phénomènes d'interférences, les franges des lames parallèles épaisses et celles des lames mixtes, on obtient l'épaisseur de la lame sans faire intervenir son indice ni aucune autre surface étrangère. On mesure les parties fractionnaires des ordres d'interférence, et, par l'emploi de la méthode des excédents fractionnaires, on en détermine les parties entières. Il faut, pour cela, employer plusieurs radiations; on s'adresse à celles du cadmium, dont les rapports des longueurs d'onde sont connus par les mesures de MM. Michelson et Benoit. On a d'abord une valeur approchée de l'épaisseur par une mesure au sphéromètre, qui suffit jusqu'à 4 centimètres, mais qui doit être précisée par des déterminations optiques, pour une lame de 5 centimètres. Tous les appareils sont disposés dans une cave, bien à l'abri des variations de température. Une mesure dure quelques minutes seulement, de sorte que la température du quartz est parfaitement définie. L'erreur commise sur chaque mesure d'épaisseur ne dépasse pas 0^u.01. La taille des cubes est presque parfaite. Les variations d'épaisseur pour un couple de faces ne dépassent pas 0^u.2 pour le cube de 5 centimètres d'arête, de sorte que l'épaisseur moyenne s'obtient sans aucune incertitude. De plus, les angles dièdres ne diffèrent pas d'un angle droit de plus de quelques secondes. Les résultats sont les suivants: Le volume du cube de 4 centimètres est de 59^{ml}.88842 et 59^{cm}3.88998; celui du cube de 5 centimètres est 122^{ml}.66033 et 122^{cm}3.66390. On en déduit: 1^l = 1^{dm}3.000026 et 1^l = 1^{dm}3.000029, soit, pour la masse du décimètre cube d'eau, 999^g.974 et 999^g.971. Ce dernier nombre est, d'ailleurs, provisoire, tous les calculs devant subir une révision définitive. L'écart entre ces deux valeurs est donc de 3 milligrammes et semble donner une limite de l'erreur

possible. Ces nombres se rapportent à l'eau saturée d'air. M. Ch. Ed. Guillaume insiste sur la grande importance du problème traité par MM. Macé de Lépinay, Benoit et Buisson, et auquel il a consacré lui-même plusieurs années de mesures qui viennent d'être achevées. Les expériences de ces dernières années ont montré que la relation entre le kilogramme et le mètre a été réalisée avec une précision admirable et vraiment inespérée, circonstance extrêmement heureuse pour l'harmonie des relations métriques et l'expansion future du système. — M. Le Bel rend compte de la suite de ses expériences sur l'équilibre thermique¹. Les anciens appareils à lames minces d'or recouvertes de sulfure de fer et bitume de Judée ont continué, depuis plus d'un an, à donner le même excédent de température (0^o.03). L'un d'eux, entouré d'hydrogène et renfermé dans du verre à couvercle mastiqué, a été plongé dans la vaseline; l'excédent observé est encore de 0^o.02. Ces observations sont faites maintenant dans une cave profonde de 20 mètres à température très constante. La nature des voûtes en calcaire paraît exercer une influence favorable; au contraire, les matières vitrifiées, verre, etc., semblent diminuer les chiffres observés. Un bloc de granit entouré d'asbeste a fourni de 0^o.03 à 0^o.04. Le soufre, la barytine et le plâtre de carrière ont fourni des résultats analogues, mais ces trois matières subissent une certaine altération spontanée qui nécessite une observation de plus d'une année; leur effet, d'abord décroissant, tend vers une constante. L'auteur a étudié ensuite les phénomènes qui se produisent avec des fils métalliques minces. On sait qu'un fil de platine très mince fond dans la flamme d'un bec de Bunsen; on s'expliquait ce fait en admettant que le platine déterminait une combustion plus vive, mais le même fait se reproduit avec une lampe Nernst, qui fond très bien les fils minces et ne réussit pas à fondre un petit cavalier de fil plus épais à cheval sur le filament chaud. En dernier lieu, on peut fondre le fil mince facilement en faisant passer le courant dans un fil plus épais enroulé en spirale. L'auteur se réserve d'étudier l'action des fils minces par des mesures thermiques directes; il pense que cette étude est nécessaire avant de tirer des conclusions sur les observations ci-dessus.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 14 Avril 1903.

M. Maguery a repris l'étude de l'action des chlorures d'acides sur les xylènes, en présence du chlorure d'aluminium, et de différents réactifs sur les xylylécetones. En simplifiant les méthodes employées précédemment, il a obtenu l'acétylparaxylène avec un rendement de 80 %; il bout à 105° sous 12 mm., son oxime fond à 67° et sa semicarbazone à 172°. La méthylparaxylécétone donne avec I.Mg.CH_2 le diméthylparaxylcarbinol $(\text{CH}_3)_2\text{C}^2\text{H}^3.\text{COH}(\text{CH}_3)_2$, F. 43°. Cet alcool tertiaire, déshydraté par l'acide oxalique desséché, donne l'isopropénylparaxylène $(\text{CH}_3)_2\text{C}^2\text{H}^3.\text{C}:$ $\text{CH}^2(\text{CH}_3)$, bouillant à 189-190 (non cor.) sous 747 mm. Ce carbure fixe 2 atomes de brome et perd ensuite facilement HBr. L'isopropénylparaxylène, traité en solution alcoolique par I et HgO, donne seulement l'iodhydrine correspondante, qui, traitée par AzO_3Ag en solution alcoolique, donne par transposition moléculaire (comme l'a montré M. Tiffeneau pour le méthoéthénylphène) une cétone bouillant à 131-133° sous 21 mm., dont la semicarbazone fond à 183°. L'auteur continue cette étude. — M. G. Darzens communique la suite de ses travaux sur la méthode de synthèse des aldéhydes qu'il a précédemment indiquée. — M. L. Lindet a montré l'influence retardatrice que possèdent l'arsenic et ses composés sur la formation de la rouille; on ne trouve dans le commerce ni fer ni acier arsenical, et cette observation ne semblait pas

¹ Voir le compte rendu de la séance du 29 mars 1903.

comporter d'applications immédiates. M. Nay de Mézence a pu, grâce à l'obligeance de la Société parisienne de cémentation, exploitant les procédés J. Lecarme, faire cémenter superficiellement à l'arsenic une tôle d'acier; ainsi que le montrent les échantillons, l'acier cémenté à l'arsenic a résisté à la rouille, tandis que le témoin, exposé en même temps à l'air humide, s'est recouvert d'oxyde de fer. — M. J. Bougault communique les recherches qu'il a effectuées pour la caractérisation de la soude par le réactif de Frémy. — M. Haller présente une note de M. Barthe sur la purification de la pyridine.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 2 Février 1905 (suite).

M. R.-C. Maclaurin présente une *théorie mathématique de la réflexion de la lumière près de l'angle de polarisation*. Les formules qu'il obtient sont appliquées au cas de la réflexion et de la réfraction quand les deux milieux sont le diamant et l'air, et les résultats théoriques sont comparés avec ceux des expériences de Jamin sur le même objet; l'accord est satisfaisant. — M. H.-G. Lyons a étudié les *relations entre les variations de la pression atmosphérique dans le nord-est de l'Afrique et les crues du Nil*. D'une manière générale, la courbe des crues du Nil varie en raison inverse de la pression barométrique moyenne des mois d'été, de hautes pressions accompagnant les basses eaux, et de faibles pressions les hautes eaux. Ces variations de pression offrent une grande analogie sur de vastes étendues : de Beyrouth à Maurice et du Caire à Hong-Kong, et sont du type « indien » de Sir N. Lockyer ou du type « direct » de Bigelow. Parfois, cependant, la pression à Beyrouth et au Caire est en désaccord avec celle du reste de cette aire, et s'approche du type « Cordoba » de Lockyer ou du type « indirect » de Bigelow. C'est la confirmation d'autres faits qui tendent à montrer que l'Égypte appartient à la classe des « aires exceptionnelles temporaires » de Bruckner. Une pression supérieure ou inférieure à la normale dans les mois de la saison pluvieuse en Abyssinie coïncide toujours avec un défaut ou un excès des chutes de pluie. Dans six années sur sept, on peut prédire très exactement la crue de mois en mois. — M. W.-N. Shaw a recherché la *relation entre les pluies d'automne et les rendements en blé de l'année suivante*. Il montre que le rendement en blé d'une année semble dépendre principalement de l'absence de pluie dans l'automne précédent et très peu d'autres facteurs. Pour l'Angleterre, il a établi l'équation suivante : Rendement = 39,5 buschels par acre — 5/4 (chute de pluie de l'automne précédent en pouces). Elle se vérifie assez bien pour une période de vingt et un ans.

Séance du 9 Février 1905 (suite).

M. J.-A. Fleming présente ses recherches sur la *conversion des oscillations électriques en courants continus au moyen d'une soupape à vide*. L'auteur a constaté que, lorsqu'une lampe électrique à incandescence à filament de carbone contient une paire de filaments, ou un filament simple et une plaque métallique scellée dans le globe, l'espace vide qui les sépare possède une conductivité unilatérale d'espèce particulière quand le filament de carbone ou l'un des deux filaments est rendu incandescent. Cette conductivité unilatérale existe même avec des courants alternatifs de haute fréquence et est indépendante de la fréquence. L'auteur a cherché à l'employer à la rectification des oscillations électriques et à la mesure de celles-ci dans un galvanomètre ordinaire, et il y est arrivé par un dispositif convenable. Pour la transformation des oscillations électriques en courant direct, on peut employer avec avantage deux soupapes à vide de ce genre et un galvanomètre différentiel. — M. J.-A. Fleming : Sur un instrument pour la mesure des oscillations électriques longues et aussi des inductances et capacités faibles

(voir p. 402). — M. A.-M. Field : Sur une aire de perturbation magnétique locale à East Loch Roag, Lewes (Hébrides). — M. G.-T. Beilby : *Phosphorescence causée par les rayons γ et β du radium*. Voici le résumé des conclusions auxquelles l'auteur est arrivé : 1° Certains types de phosphorescence sont dus au mouvement ou déplacement moléculaire qui est produit par la chaleur, par des tensions mécaniques ou par l'énergie radiante; 2° Certains autres types se distinguent par leur apparition à trois stades, appelés ici phosphorescence primaire, secondaire et ravivée. Ceux-ci peuvent être expliqués par des changements atomiques dans lesquels l'affinité chimique est le facteur de contrôle; 3° Les phénomènes de ce type semblent montrer qu'une espèce d'électrolyse se produit dans les solides exposés aux rayons β ou cathodiques; que les produits de l'électrolyse sont isolés l'un de l'autre, comme dans un électrolyte visqueux, et que c'est la destruction de cet isolement avec la recombinaison des ions qui cause la phosphorescence ravivée. Lorsqu'on expose des cristaux jaune-canari de platinocyanure de baryum aux rayons β et γ pour quelques heures, ils deviennent rouges, et leur phosphorescence dans les rayons descend à 8% de sa valeur originelle. Ni la couleur ni la phosphorescence ne sont restaurées par une exposition au soleil ou à la lumière du jour diffuse. Le seul moyen pour rétablir complètement ces qualités est de dissoudre le sel dans l'eau et de le cristalliser. De cette façon, le sel rougi est entièrement reconverti dans la forme jaune, et aucun signe n'indique que la rubéfaction ait été associée à quelque changement chimique permanent. On a alors recherché les changements physiques possibles. Lorsque la structure cristalline du sel jaune est altérée soit par un écoulement sous pression mécanique, soit par déshydratation par la chaleur, il se produit un changement de couleur très apparent, le jaune-canari faisant place à une couleur rouge brique intense, tandis que la phosphorescence dans les rayons du radium tombe à 27% de sa valeur originelle. Par solution et cristallisation, ces formes amorphes reprennent leur état cristallin jaune avec toute sa valeur phosphorescente. Les effets produits par les rayons β sont donc très analogues à ceux produits par le changement de l'état cristallin à l'état amorphe. D'après les premières observations de l'auteur sur les changements de phase $A \rightleftharpoons C$ dans les métaux et les sels, il supposait que le changement $C \rightarrow A$ produit par l'écoulement sous pression serait inversé, en élevant la température de la substance jusqu'au point de stabilité de la phase A. En tenant compte de la difficulté causée par la présence de l'eau de cristallisation et de sa perte partielle en chauffant le sel, on trouve que le changement $A \rightarrow C$ se produit dans le sel qui coule mécaniquement à une température d'environ 90°, la couleur étant ainsi changée du rouge au jaune et la phosphorescence élevée de 2% à 33% de sa valeur originelle. L'auteur a trouvé aussi que les cristaux rougis par les rayons β peuvent être partiellement rétablis dans leur première condition de couleur et de phosphorescence en les chauffant rapidement dans un tube capillaire scellé à environ 120°. Par ce traitement, la phosphorescence est élevée de 8% à 33% de sa valeur primitive dans les cristaux jaunes. L'analogie entre les changements de phase causés par l'écoulement sous pression et le changement qui résulte de l'exposition aux rayons β est ainsi complète; on en conclut que la surstimulation à laquelle les molécules vibrantes des cristaux de platinocyanure sont soumises sous l'action des rayons β pendant la période préliminaire de phosphorescence brillante conduit à un état analogue à celui de la fatigue élastique dans les fils métalliques ou les fibres de verre vibrants. Jusqu'à un certain point, cette fatigue peut être annulée lorsque le déplacement relatif des molécules de leurs relations cristallines propres n'a pas dépassé un certain point; mais, au delà de ce point, il n'y a pas d'auto-restauration, et l'emploi

de la chaleur est nécessaire pour donner aux molécules la liberté de mouvement suffisante pour les rendre capables de retourner à leurs positions cristallines. Le degré final de fatigue permanente ou de surtension dans le sel correspond à la condition amorphe résultant d'un écoulement produit mécaniquement. L'instabilité comparative de la structure cristalline de ce sel a permis de diriger l'attention sur la part qui peut être jouée par la structure physique dans la phosphorescence. Mais la persistance de la phosphorescence, même dans l'état amorphe, indique clairement qu'il est nécessaire de donner une explication plus générale de ces phénomènes. Cette nouvelle explication a été obtenue par l'étude de l'action des rayons β et γ sur le quartz, le verre, le spath calcaire et les sels haloïdes de potassium. Dans ces substances, en plus d'une phosphorescence primitive, les rayons produisent certains effets de coloration bien distincts : le quartz devient brun, le spath calcaire jaune pâle, le verre rouge ou brun, le chlorure de potassium rouge-violet et le bromure et l'iode bleus à verts. De plus, que la coloration dure pendant des mois, ou seulement pendant quelques instants, on découvre que la phosphorescence est ravivée lorsqu'on chauffe la substance, tandis que la couleur pâlit ou disparaît. Dans le quartz, le verre et le spath calcaire, il est facile de localiser le siège de la phosphorescence dans les couches qui ont été pénétrées et colorées par les rayons. Cette pénétration peut atteindre la profondeur de plusieurs millimètres, et, dans les substances comme le quartz, le verre ou le spath calcaire, il est certain que, quels que soient les changements qui se produisent dans ces couches, ils doivent être de nature chimique et tout à fait soustraits aux influences atmosphériques. Toutefois, l'hypothèse qui consiste à croire que la coloration est due à la réduction de l'un des éléments de la substance, le potassium dans le verre, par exemple, apporte seulement une explication partielle du phénomène. Il est nécessaire de supposer que la séparation et la rétention des ions métalliques doivent également comprendre la séparation et la rétention des ions du radical acide avec lequel le métal était combiné. De plus, pour que les différents ions puissent être maintenus séparés, les molécules non altérées doivent agir comme des barrières ou des isolateurs pour prévenir leur recombinaison. Mais les molécules ne sont pas toujours des barrières immuables, car, lorsque la température est élevée, leur mobilité s'accroît, et leur pouvoir isolant diminue d'une façon correspondante. Des expériences ont été faites sur la conservation du pouvoir phosphorescent latent à toutes les températures entre -100° et $+300^\circ$. Tandis que, pour chaque substance, il y a un degré de température au-dessous duquel sa capacité de conservation est au maximum, l'intervalle dans lequel la conservation peut se produire est quelquefois très étendu. Pour le spath calcaire, la conservation se produit sur toute l'étendue de température étudiée, tandis que, pour le platinocyanure de baryum cristallisé, elle est seulement observée entre les températures de -100° et -50° .

Séance du 16 Février 1905.

M. B. Hopkinson : *Les effets des tensions momentanées dans les métaux.* Si l'on suspend un fil métallique à un support solide et massif, et si un poids en tombant le frappe en un point de son extrémité inférieure, avec une vitesse V , on calcule facilement la tension en un point quelconque du fil et à n'importe quel moment subséquent, si le fil était parfaitement élastique. Lorsque le poids frappe, une vague d'extension s'élève dans le fil et avance avec une rapidité $a = \sqrt{E/p}$, représentant le module de Young, et p la densité. Pour l'acier, a est d'environ 17.000 pieds par seconde. Lorsque l'ondulation atteint l'extrémité supérieure, elle se réfléchit le long du fil. Voici ce qui se passe en un point du fil : lorsque l'ondulation l'atteint,

la déformation, qui était nulle, devient subitement V/a ; elle diminue ensuite, lorsque l'ondulation s'en éloigne, d'après une loi exponentielle, jusqu'à ce que l'ondulation réfléchie l'atteigne; à ce moment, elle augmente encore jusqu'à V/a . Par conséquent, chaque parcelle du fil métallique est soumise à une tension qui croît subitement et diminue très rapidement ensuite. La déformation maximum pour un moment ou un point quelconque se produit à l'extrémité supérieure du fil, où elle est de $2V/a$ au moment où l'ondulation arrive à ce point. Pour une hauteur de chute de 10 pieds et un fil de fer, $2V/a$ est égal à 0,003, et la tension correspondante est d'environ 42 tonnes par pouce carré, de sorte que, de cette façon, on peut produire des déformations momentanées dépassant largement la limite élastique. Dans les expériences décrites dans le Mémoire, l'extension momentanée à 20 pouces de l'extrémité supérieure du fil, produite par un coup, a été mesurée électriquement, et comparée à celle donnée par la théorie élastique. Quand les deux valeurs s'accordent et qu'il ne persiste qu'une faible extension permanente, il s'ensuit que la théorie s'applique bien et que la substance est essentiellement élastique jusqu'à la déformation maximum ainsi calculée, si elle est appliquée pour le temps indiqué par la théorie. De cette manière, on prouve qu'un fil métallique supportera un poids, supérieur momentanément à celui qui (supporté d'une façon constante) le briserait, avec seulement une très petite extension permanente. Pour le cas du fil de fer, la limite élastique est de 17,8 tonnes par pouce carré, et la tension de rupture de 28,5 tonnes, et on a trouvé qu'un poids atteignant 33,5 tonnes et excédant la limite élastique pendant $1/1000$ de seconde produit une très faible extension permanente. Des résultats semblables ont été obtenus avec les fils de cuivre.

— **M. W. Rosenhain** indique une nouvelle méthode pour étudier la micro-structure des métaux. Pour examiner directement une pièce de métal sur laquelle on a produit des bandes de glissement, il faut s'adresser à une section transversale, à condition que la section soit produite avec une tranche absolument nette; mais on n'obtient aucun résultat utile en coupant simplement le spécimen et en polissant la section. Les bords des spécimens préparés par les méthodes usuelles de polissage sont généralement arrondis et il devient impossible de mettre au point sur un bord défini avec les lentilles de grande puissance. L'auteur a donc adopté le principe de soutenir la surface qui, dans la section, devient le bord, au moyen d'une couche adhérente de matière dure; pour cela, il emploie un dépôt d'un autre métal obtenu électrolytiquement. Les échantillons employés consistent en bandes d'acier doux sur lesquels on applique un dépôt électrolytique de cuivre après avoir produit les bandes de glissement. Puis les spécimens sont coupés transversalement; pour obtenir un poli satisfaisant, on a dû renoncer au rouge, qui produit une rainure entre le fer et le cuivre, et adopter l'oxyde calciné de magnésie. Après le dernier polissage, on attaque légèrement à l'acide picrique. Les échantillons ainsi traités, sur lesquels on a produit des bandes de glissement par une déformation, montrent alors sur la ligne de séparation des gradins ou dents de scie bien marqués, que l'auteur considère comme la section des bandes de glissement. Quoique petits, ils sont très distincts et possèdent un caractère géométrique; **M. Rosenhain** conclut qu'ils sont causés par le glissement sur des surfaces de clivage des cristaux. — **M. Charles G. Barkla** : *La radiation Röntgen polarisée.* Des expériences sur la radiation secondaire des gaz et des solides légers soumis aux rayons X ont conduit à la théorie que, pendant le passage de la radiation Röntgen à travers de telles substances, chaque électron a son mouvement accéléré par les champs électriques intenses dans les pulsations primaires, et devient, par conséquent, l'origine d'une radiation secondaire, qui est plus intense dans la direction perpendiculaire à celle de l'accélération de l'électron et disparaît dans la

direction de cette accélération. La direction de l'intensité électrique en un point dans une pulsation secondaire est perpendiculaire à la ligne réunissant ce point et l'origine de la pulsation, et se trouve dans le plan qui passe par la direction de l'accélération de l'électron. Un faisceau secondaire dont la direction de propagation est perpendiculaire à celle du primaire, d'après cette théorie, sera polarisé dans un plan, la direction de l'intensité électrique étant parallèle au front de la pulsation dans le rayon primaire. Si le rayon primaire est dans un plan polarisé, la radiation secondaire des électrons a une intensité maximum dans une direction perpendiculaire à celle du déplacement électrique dans le rayon primaire et une intensité nulle dans la direction du déplacement électrique. Dans ces expériences, la radiation secondaire des substances légères était trop faible pour permettre de mesurer avec exactitude l'intensité de la radiation tertiaire. Une considération de la méthode de production des rayons Röntgen primaires dans un tube à rayons X fait cependant supposer une polarisation partielle du rayon primaire procédant de l'anticathode dans une direction perpendiculaire à celle de la propagation des rayons cathodiques incidents, car il y a probablement à l'anticathode une plus grande accélération le long de la ligne de propagation des rayons cathodiques que dans une direction à angle droit; par conséquent, dans un faisceau de rayons X, s'avancant dans une direction perpendiculaire à celle du courant cathodique, il y aurait une intensité électrique plus grande parallèlement au courant que dans une direction à angle droit. En employant un tel faisceau comme radiation primaire, et une substance légère, telle que l'air, le papier ou l'aluminium comme radiateur, on a trouvé que l'intensité d'un faisceau secondaire indiquée par un électroscope atteint le maximum lorsque la direction du courant cathodique est perpendiculaire à celle de propagation du faisceau secondaire, et le minimum lorsque les deux sont parallèles. Un certain nombre d'expériences ont rendu cette preuve de polarisation partielle concluante. Lorsqu'on a employé comme radiateurs des métaux plus lourds, tels que le cuivre, l'étain et le plomb, qui émettent une radiation secondaire différant sensiblement de la primaire qui l'a produite, on n'observe aucune variation dans l'intensité de la radiation secondaire lorsqu'on tourne le tube, quoique des expériences aient été faites avec des radiations primaires variant considérablement en pouvoir pénétrant.

Séance du 23 Février 1905.

M. F. W. Edridge-Green : Deux cas de vision trichromique. L'auteur a observé deux cas très remarquables de vision trichromique présentés par deux savants anglais. L'un, le Professeur J. J. Thomson, voit seulement trois couleurs dans le spectre brillant : rouge, vert et violet. Il ne peut distinguer la nature du jaune pur, telle que la sensation donnée par la flamme du sodium dans le spectre. Pour lui, il n'y a pas de couleur définie à la partie du spectre où les gens à vue normale voient du bleu pur. Il voit en vert rougeâtre les régions orange et jaune et en gris violet les bleues; λ 5950 (orange-jaune) est le point qui diffère le plus du rouge et du vert. Il n'y a pas eu de raccourcissement d'une des extrémités du spectre. L'auteur a ensuite soumis M. J. J. Thomson à une série d'épreuves visuelles. Avec son appareil pour déterminer la dimension des différentes parties monochromatiques du spectre, il a trouvé qu'il ne distingue pas les différences de teintes. En l'éprouvant avec un appareil de Raleigh pour obtenir du jaune spectral par un mélange de rouge et de vert, la couleur du mélange qui semble jaune à M. Thomson a toujours paru verte à l'auteur. On a choisi ensuite diverses couleurs pour des essais de classification. Lorsqu'on lui a demandé de prendre tous les jaunes, le Professeur Thomson a choisi ceux qui avaient de l'orange. Il a eu beaucoup de peine pour assortir les couleurs. De même que dans les cas obser-

vés précédemment, les effets de contraste simultanés étaient beaucoup plus marqués que dans la vue normale. Pour lui, deux jaunes ont changé de couleur en étant mises en contraste, tandis que l'auteur ne constatait aucun changement. Dans des essais sur des lanternes colorées, le Professeur J. J. Thomson nomma correctement le vert et le violet avec et sans les verres neutres, et il les a vus à la distance normale. Il a eu une certaine difficulté pour le jaune et le bleu. Il a désigné le « jaune pur » par « jaune verdâtre ». L'autre cas est celui de M. P. S. Barlow, étudiant au Laboratoire Cavendish, et il est semblable à bien des égards au cas précédent. L'auteur emploie le terme trichromique pour établir le fait que les personnes ayant cette vision voient seulement trois couleurs dans le spectre brillant, tandis que la vue normale en distingue six et peut, par conséquent, être désignée par hexachromique. Il est probable que l'apparence du spectre brillant aux trichromiques est très semblable à celle du spectre de faible luminosité aux personnes à vue normale, lesquelles n'aperçoivent alors que trois couleurs : rouge, vert et violet. La perception défectueuse des différences que l'on trouve dans ces cas rend compte de la plupart des faits. Ces deux cas approchent de la vision tétrachromique, lorsque la flamme du sodium paraît donner naissance à une sensation distincte.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 14 Avril 1905.

M. R. J. Sowter communique ses recherches sur les lentilles ellipsoïdales. Il donne une solution simple des deux problèmes suivants : Déterminer le pinceau astigmatique après réfraction d'un pinceau astigmatique par une lentille ellipsoïdale; trouver la lentille ellipsoïdale équivalente à deux lentilles cylindriques placées à une distance définie et dont les axes sont inclinés d'un certain angle. — **M. W. Watson** étudie la détermination du moment d'inertie des aimants employés pour la mesure de la composante horizontale du champ terrestre. Il pense qu'on obtiendrait des résultats plus uniformes et plus comparables en déterminant une fois pour toutes, avec grand soin, le moment d'inertie d'un barreau type et en déterminant le moment d'inertie des barreaux des divers magnétomètres par comparaison expérimentale avec le barreau type. Le moment d'inertie augmente d'environ 0,1 % pour une augmentation de pression atmosphérique de 76 centimètres. — **M. W. Watson** exécute enfin une série d'expériences de cours illustrant les propriétés des ions gazeux produits par le radium et d'autres sources.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 6 Avril 1905.

M. Ch. Ed. Fawsitt a constaté que la diméthylcarbamide se décompose par chauffage avec les acides dans les sels d'ammonium et de méthylamine correspondants; le mécanisme du changement correspond à une réaction du 1^{er} ordre, ayant une vitesse six fois plus grande que celle de la décomposition de la carbamide. — **M. M. O. Forster** et **M^{lle} H. M. Judd**, en faisant réagir l'iode d'éthylmagnésium sur l' α -cyanocamphe, ont obtenu une imine, F. 126°, qui est résolue quantitativement par les acides en acétylcamphe et ammoniac. — **M. H. A. D. Jowett** a préparé les substances suivantes : 4 : 5-diméthylglyoxaline, Eb. 165° sous 10 mm.; 1 : 4 : 5-triméthylglyoxaline, F. 46°; 2-bromo-1 : 4 : 5-triméthylglyoxaline, F. 83°; bromométhylheptylcétone, Eb. 122° sous 15 mm. — **M. F. P. Leach**, par l'action de KCAz sur les nitroschlorures de limonène, a obtenu deux nitrosocyanures isomères; le dérivé α cristallise en prismes, F. 90°-91°; le dérivé β en aiguilles, F. 140°-141°. — **MM. H. Jackson** et **D. Northall-Laurie** ont étudié l'action de CO sur AzH³ lorsqu'on les chauffe

en présence de platine ou qu'on les soumet à des étincelles électriques ou des décharges de haute fréquence. La principale réaction est la formation de cyanate d'ammonium, qui se transforme rapidement en carbamide. L'hydrogène dégagé réagit en partie pour former de l'eau, qui concourt à la production de carbonate d'ammonium. — **M. J. S. S. Brame**, en faisant réagir l'acétylène sur des solutions chlorhydriques diluées de chlorure mercurique, a obtenu une substance cristalline de constitution $\text{ClCH} : \text{CH.HgCl}$, identique à celle qu'a déjà décrite Biginelli. L'action des alcalis sur ce composé fournit un acétylure $3\text{C}^2\text{Hg.H}^2\text{O}$. — **M. D. Mc Intosh** a préparé à basse température des composés cristallisés du chlore avec les alcools méthylique et éthylique : CH^2OCl , F. — 96° ; $\text{C}^2\text{H}^4\text{OCl}$, F. — 88° . Le dérivé CH^2OBr fond à -53° . On obtient des dérivés analogues avec les éthers-oxydes et l'acétone. — **M. N. V. Sidgwick** explique la réaction des cyanures métalliques avec les halogénures organiques par la formation d'un composé d'addition intermédiaire. — **M. A. Slator** a étudié la réaction entre le thiosulfate de sodium et les acétates halogénés organiques. C'est une réaction bimoléculaire, liée à la présence du ion $\text{S}^2\text{O}_3^{2-}$; la vitesse de réaction est proportionnelle à la concentration de ce ion. — **MM. A. E. Dixon** et **J. Hawthorne** ont fait réagir le thiocyanate d'acétylène sur l'aniline à des températures diverses en présence d'un solvant inerte. Le thiocyanate réagit tantôt comme acide thiocyanique, en donnant du thiocyanate d'aniline $\text{C}^6\text{H}^5\text{AzH}^2.\text{HSCAz}$, tantôt comme thiocarbimide, en formant de l'acétyl-phénylthiocarbamide $\text{CH}^2\text{CO.AzH.CS.AzHC}^2\text{H}^5$. — **M. J. Y. Buchanan** décrit une méthode pour déterminer le poids spécifique des sels solubles par déplacement dans leur propre eau-mère. En l'appliquant aux halogénures alcalins, il a obtenu vers 23° les résultats suivants : KCl, 1,951; KBr, 2,679; KI, 3,043; RbCl, 2,706; RbBr, 3,210; RbI, 3,428; CsCl, 3,982; CsBr, 4,455; CsI, 4,508. — **M. S. Ruhemann** poursuit l'étude de la combinaison des mercaptans avec les composés cétoniques non saturés. — **M. J. T. Nance**, en chauffant de la poudre de magnésium avec du charbon de bois pulvérisé, a obtenu un résidu jaunâtre qui, traité par HCl dilué, donne un gaz contenant de l'hydrogène et de l'acétylène; il s'est formé probablement un carbure MgC^2 . — **M. F. S. Kipping** met en évidence l'existence de formes isomères *cis* et *trans* des acides *d*-bromo et *d*-chloro-camphosulfoniques; il existe de même des formes normale et iso de l' α -bromo et de l' α -chloro-camphre. — **MM. F. S. Kipping** et **A. E. Hunter** montrent que la *l*-phényléthylamine paraît subir une racémisation pendant la préparation de son dérivé benzoylé. — **MM. Al. Findlay** et **W. E. S. Turner** ont déterminé les valeurs de la constante de saponification en solution aqueuse de divers phénylacétates, mandélates et phénylméthoxyacétates. Les résultats montrent que le groupe méthoxyle a une grande influence accélératrice sur la vitesse de saponification, qui peut être quintuplée. Le remplacement de l'H de l'hydroxyle par un alkyle diminue la vitesse de saponification proportionnellement à la masse du groupe alkyle.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 3 Mars 1905.

M. J. Grossmann propose une nouvelle méthode pour l'essai de l'indigo. Elle repose sur ce fait que les impuretés de l'indigo naturel ne sont solubles qu'aussi longtemps que la solution est acide. Si la solution est neutralisée par le carbonate de calcium pur, les impuretés sont entraînées avec le précipité de sulfate de calcium et la solution filtrée peut être tirée par le permanganate de la façon ordinaire.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 20 Janvier 1905.

M. A.-A. Clafin décrit un procédé de tannage rapide pour le cuir destiné à la fabrication des semelles, qui donne du cuir de bonne qualité moyenne en vingt-cinq à trente jours. On y arrive par l'emploi d'appareils mécaniques.

Séance du 24 Février 1905.

MM. C. Richardson et **C.-N. Forrest** ont constaté que le tétrachlorure de carbone est un bon solvant pour déterminer le caractère des bitumes. Il doit être employé à une température inférieure à 25° et doit être exempt de sulfure de carbone.

Séance du 24 Mars 1905.

M. N.-J. Lane a déterminé les constantes de l'huile de graines de plaqueminier : $d = 0,92437$; F. = -6° ; indice d'iode, 114-116. C'est une huile semi-siccative, de couleur jaune-brun, ne contenant pas d'acide arachidique.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 7 Mars 1905.

M. J.-S. Mac Arthur fait l'historique du procédé d'extraction de l'or par la cyanuration. Il y aurait lieu de chercher des améliorations dans les directions suivantes : abaissement du prix du cyanure de potassium, augmentation de rendement du procédé, récupération du cyanure.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 8 Mars 1905.

M. E. Carey montre qu'en brûlant la poussière de charbon, on obtient une meilleure évaporation d'eau par kilogramme de combustible qu'en brûlant la houille ordinaire non réduite en poussière. La poussière doit être desséchée au moyen d'air porté à 120° . Le brûleur consiste en une trémie continuellement agitée, de laquelle la poussière est projetée dans le foyer par un balai qui tourne à raison de 800 à 1.000 tours par minute. Ce combustible produit peu de goudron et de fumée.

Séance du 12 Avril 1905.

M. M. Muspratt étudie l'industrie actuelle de la distillation du bois et montre que ses deux conditions de succès sont : 1° Bois à bon marché; 2° Débouchés pour le charbon de bois. C'est aux États-Unis et au Canada qu'elle est le plus développée. L'auteur donne le calcul des prix de revient dans divers pays.

SECTION DE LONDRES

Séance du 6 Mars 1905.

M. H.-E. Armstrong communique, sous le nom de *mécanique du feu*, le résumé de ses recherches sur la combustion de l'hydrogène, des hydrocarbures, de l'oxyde de carbone et du carbone, qui ont déjà été signalées dans cette Revue.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 22 Mars 1905.

M. J. White communique quelques réflexions sur les méthodes types d'analyses, recommandées généralement par des Associations officielles, mais que chaque chimiste a la liberté d'adopter, de modifier ou d'améliorer. Il s'est produit à l'origine un mouvement d'opposition contre ces méthodes, mais elles se répandent aujourd'hui de plus en plus. — **M. S. F. Burford** montre que, depuis que la méthode de Leffman-Beam pour la détermination des graisses du lait devient d'un usage courant, il y a lieu d'examiner l'alcool amylique employé à cette réaction. Il a, en effet, trouvé dans le commerce des alcools amyliques anormaux (qui donnent une quantité de graisse bien supérieure à la réalité).

— **M. T. A. Gérard** a déterminé la composition de divers savons pour le dégraissage des textiles. Quelques-uns contiennent des quantités non négligeables de graisse libre (jusqu'à 2,7 %), qui est sans utilité; il y aurait lieu de spécifier un maximum de 0,6 %.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 20 Mars 1905.

MM. W. M. Gardner et **L. L. Lloyd** communiquent leurs recherches sur l'adoucissement des eaux. Dans la plupart des cas, il suffit d'enlever la dureté temporaire par réaction avec la chaux; lorsqu'on veut faire disparaître la dureté permanente, il faut un autre traitement à la soude. L'hydrate de baryte serait un excellent adoucissant, mais son prix élevé ne permet guère de l'employer que dans des cas restreints. — **MM. B. North** et **W. Blakey** proposent une nouvelle méthode pour l'établissement de solutions types d'acide sulfurique; elle repose sur l'emploi de bicarbonate de soude pur et sec.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Mars 1905.

M. E. Take a étudié les points de transformation des bronzes aluminium-manganèse de Heussler. Ce savant, on se le rappelle, vient de préparer, avec des composants très peu magnétisables, des alliages d'une susceptibilité magnétique fort élevée, dont la valeur maxima est environ un tiers de celle du fer le meilleur au point de vue magnétique. A teneur d'aluminium croissante, la susceptibilité s'est trouvée augmenter, atteignant un maximum pour une proportion atomique du manganèse à l'aluminium égale à l'unité, après quoi elle se remet à décroître lentement. Or, on comprend l'intérêt qu'il y aurait à étudier les phénomènes de transformation de ces alliages, c'est-à-dire les températures auxquelles se produit une diminution subite ou une perte complète de la nature ferromagnétique de ces corps, aussi bien que les points caractérisés par le passage d'une ligne limite entre deux phases. L'auteur a étudié à ce point de vue une série de sept alliages de Heussler, par des méthodes balistique et dilatométrique, à l'état artificiellement vieilli. Les phénomènes constatés sont représentés par des graphiques et discutés en détail dans le mémoire de **M. Take**; les températures de transformation ne sont pas le plus souvent d'une constance absolue, mais changent de position pour des cycles réitérés. — **M. F. Kleint** présente un Mémoire sur le frottement intérieur des mélanges binaires de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. Voici les principaux résultats trouvés par l'auteur: Des additions faibles d'oxygène ou d'azote augmentent considérablement le coefficient de frottement de l'hydrogène, tandis que ce dernier gaz ne modifie que très peu les coefficients de l'oxygène ou de l'azote. Le frottement des mélanges étudiés est parfaitement exprimé par la formule de Sutherland dans l'intervalle de température de 0° à 183°. Les constantes de cohésion s'obtiennent approximativement par la règle des mélanges en partant de celles des gaz purs. La formule de Puluj n'est admissible qu'à litre d'approximation, l'accord étant le meilleur dans les cas où les coefficients de frottement ne diffèrent pas trop les uns des autres. La formule de Thiessens représente, d'autre part, très bien les résultats des observations. — **MM. H. Stelzner** et **J. Niederschülte** étudient les pressions de vapeur et plus particulièrement celles des corps solides. Les courbes obtenues par les auteurs ressemblent à celles relatives aux liquides, montrant toutes une allure exponentielle. Les pressions de vapeur ne sont pas régies non plus par la loi de Dalton dans le cas des corps solides, c'est-à-dire que les courbes caractéristiques de différentes substances ne sont point parallèles. Dans les sels halogènes du mercure, la pression de vapeur est d'autant plus petite que le poids moléculaire est plus grand. — **MM. J. Precht** et

C. Olsuki communiquent une note sur le rayonnement du peroxyde d'hydrogène, note où ils tâchent de réfuter les objections de **M. Graetz** formulées à propos d'un autre récent travail des mêmes auteurs.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 30 Mars 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. L. Weinek**: Sur la théorie des horloges solaires. — **M. K. Zahradnik**: Sur une relation cubique birationnelle et son application.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. N. Stücker** a déterminé, par la méthode des mélanges, au moyen d'un four électrique et d'un thermo-élément platine-platine-rhodium, les chaleurs spécifiques du fer, du molybdène, du manganèse, du magnésium, du bismuth et du plomb jusqu'à des températures de 625°. — **MM. F. Streintz** et **O. Strohschneider** étudient le rayonnement des métaux Mg, Al, Zn et Cd, qui peut être mis en évidence par impression sur une feuille imbibée de KI ou sur une plaque photographique. De l'épaisseur des images produites par les métaux, on déduit une série d'intensités qui concorde avec la série des tensions électriques des métaux. Les auteurs admettent l'existence d'un rayonnement métallique. — **MM. R. Wegscheider** et **H. Walter** ont déterminé les densités des solutions de carbonate de soude et de soude caustique entre 60 et 80° C. Ces densités peuvent être représentées par une formule concordant assez bien avec les résultats obtenus. — **M. R. Wegscheider** donne des formules d'interpolation permettant de calculer les chaleurs infinitésimales de solution et de dilution, si importantes pour l'étude thermodynamique des équilibres hétérogènes et inaccessibles à la détermination expérimentale directe. Quelques applications sont faites aux sels Na_2CO_3 , KClO_3 , NaAzO_3 . — **M. F. von Lerch** a observé que le Th X n'est précipité par les métaux ou par électrolyse que de ses solutions alcalines. En solution acide, il ne se précipite que l'activité induite. L'activité qui diminue de moitié en une heure est un produit de décomposition de l'induction thorique ordinaire, qui diminue de moitié en 10,6 heures. — **M. K. Auer von Welsbach** montre que l'ytterbium se compose en réalité de deux éléments qu'il a séparés à l'état pur par des méthodes appropriées. Leurs spectres d'émission ajoutés reproduisent le spectre de l'ytterbium. Les sels de ces deux éléments sont incolores et n'offrent pas d'absorption dans le spectre visible. Par contre, leur présence provoque une modification complète du spectre de l'erbium. — **M. J. Munk**, en faisant agir H_2SO_4 dilué sur le glycol provenant de la réduction du propionaldol, a obtenu un hydrocarbure éthylénique C_6H^{10} , Eb. 69°, de l'isopropyl-éthylcétone et un oxyde double $\text{C}_2\text{H}^{10}\text{O}_2$, Eb. 214°. — **M. A. Wassmuth** communique ses recherches sur l'analyse du sérum sanguin par la mesure de la conductibilité électrique à l'état normal et dilué.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. V. Grafe** a étudié les échanges respiratoires de la levure desséchée et chauffée à diverses températures. Jusqu'à 50°, l'activité respiratoire et fermentative va en augmentant, puis elle va en diminuant graduellement jusqu'à 110°. De 110 à 130°, la plus grande partie de la zymase devient inactive et la vie est détruite, car il n'y a plus multiplication des cellules; cependant, il y a encore absorption d'O et dégagement de CO_2 ; ces phénomènes d'oxydation qui ne sont plus liés à la vie de l'organisme sont appelés par l'auteur « oxydation morte ». Vers 190°, l'oxydation morte diminue rapidement pour disparaître complètement entre 200° et 205°.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Art de l'Ingénieur

Les explosions de chaudières et le remplacement des moteurs à vapeur par les moteurs à combustion interne. — Les explosions de chaudières viennent d'être, dans le dernier numéro des *Annales des Mines*, l'objet d'un Rapport des plus intéressants de M. Walckenaer, intitulé *Revue périodique des accidents d'appareils à vapeur*, et qui traite des accidents survenus aux locomotives et aux locomobiles batteuses.

Les locomotives, bien qu'elles aient fait un peu trop parler d'elles dans ces derniers temps, sont comparativement inoffensives. Leurs explosions n'occasionnent guère plus d'une mort par 30.000 locomotives en usage et par an; mais il n'en est pas de même des *Locomobiles batteuses*, dont le danger est au moins six fois plus grand. Il n'y a pas à s'en étonner, si l'on songe à l'ignorance et à l'incurie du personnel qui conduit la plupart de ces machines, souvent, d'ailleurs, très anciennes et déplorablement entretenues. Les conclusions de M. Walckenaer à ce sujet sont formelles et méritent d'être reproduites *in extenso*, parce qu'elles indiquent, à côté de ce mal, un moyen simple, et peut-être unique, d'y remédier, par l'emploi de moteurs à essence et à pétrole, pratiquement inexplosibles :

« C'est, dit M. Walckenaer, l'entretien et les conditions d'emploi qu'il importerait surtout de réformer. On n'est plus là sur le domaine du constructeur. Mentionnons cependant que celui-ci, pour réduire la fréquence des excès de pression, ferait bien de substituer à la vieille soupape de sûreté, chargée par l'intermédiaire d'un levier facile à surcharger ou à caler, un type bien choisi de soupape à grande levée, pressée directement par un ressort à l'abri du dérèglement. Il est utile aussi, contre l'éventualité des manques d'eau, que des plombs fusibles soient disposés au ciel des foyers.

« Passons à ce qui dépend des usagers. Les locomobiles à vapeur qui fonctionnent dans nos campagnes sont, dans la grande majorité des cas, la propriété des entrepreneurs de battage : l'agriculteur n'a que rarement intérêt à posséder lui-même un engin qu'il n'utiliserait que pour une seule opération, car la machine à vapeur nécessite une mise en train trop coûteuse et

trop longue pour les travaux accessoires et intermittents de la ferme. C'est donc des entrepreneurs de battage, principalement, que l'amélioration devrait venir. Il faudrait que ces industriels fussent mieux instruits des nécessités de l'entretien, plus soucieux des obligations que l'article 36 formule et qui ne sont, d'ailleurs, que la conséquence de leur devoir professionnel, mieux *regardants* pour les dépenses de réparation; ils ne devraient pas prolonger outre mesure le service des locomobiles fatiguées par un long usage. S'ils sont dépourvus, par eux-mêmes, de capacités techniques, il leur faudrait recourir, aussi souvent qu'il est nécessaire, aux avis des hommes de l'art et les suivre. L'abondance des dépôts auxquels donnent lieu la plupart des eaux leur conseillerait de s'intéresser, plus qu'ils ne l'ont fait jusqu'à présent, aux appareils portatifs proposés pour l'épuration préalable¹. Ils devraient veiller eux-mêmes au bon état des organes de sûreté et ne confier la conduite des locomobiles qu'à de bons préposés, sérieux et sobres.

« Malheureusement, ce programme est vaste. Remarquons toutefois une circonstance qui, dans une certaine mesure, en facilite l'accomplissement. Autrefois, l'entrepreneur louait toujours ses services à prix fixe par journée de travail. Aujourd'hui, l'usage se répand du règlement à façon, d'après la quantité de grain battu. Il devient dès lors avantageux pour lui de faire emploi d'un matériel plus puissant : de substituer à l'unité traditionnelle de 6 chevaux l'unité de 12 à 14 chevaux, à la mode anglaise, partout où cette unité reste assez aisément transportable. On arrive ainsi à des conditions industrielles qui facilitent, en les rendant proportionnellement moins coûteuses, les mesures d'entretien et les autres précautions d'ordre technique.

« Autre chose est à signaler. Les progrès de l'art ont maintenant ouvert une voie nouvelle : la solution peut être cherchée dans la substitution, à la machine à vapeur, de moteurs à combustion intérieure alimentés au pétrole.

« Il s'agit ici de l'huile lampante, pétrole américain, pétrole russe ou même huile de schiste, suivant les

¹ Cf. MAX. RINGELMANN : Le Matériel agricole. 14^e livraison de la *Mécanique à l'Exposition de 1900*, p. 25.

circonstances du marché local. L'essence de pétrole, outre qu'elle est trop inflammable pour être manipulée à proximité des bâtiments de ferme et des tas de paille, coûte trop cher pour soutenir, dans cette application, la concurrence de la houille. A plus forte raison en serait-il de même de l'alcool. On sait que M. Maximilien Ring-Imann, essayant comparativement l'alcool dénaturé, l'essence minérale et le pétrole lampant dans deux moteurs à quatre temps, l'un de 2 à 3 chevaux (Brouhot), l'autre de 3 à 4 chevaux (Benz), a trouvé comme résultats moyens¹ :

	ALCOOL dénaturé	ESSENCE minérale	PÉTROLE lampion
Consommation { kilogs.	0,756	0,400	0,438
par cheval-heure { litres	0,906	0,563	0,532
Prix du litre, hors Paris.	1 ^f ,00	0 ^f ,50	0 ^f ,30
Prix du combustible par cheval-heure	0 ^f ,90	0 ^f ,28	0 ^f ,16

« Dans le Concours international de carburateurs, qui a eu lieu en 1904 par les soins de la Commission technique de l'Automobile Club de France, les essais effectués au pétrole lampant ont donné les résultats ci-après :

MOTEUR	CARBURATEUR	PUIS- SANCE	VITESSE par minute	CONSOMMA- TION pr ch.-hrs
De Dion-Bouton.	Claudel	8 ch.	1.510 tours.	0 ^f ,480
Gautreau. . . .	Gautreau	6 —	1.440 —	0 ^f ,680
Gillet-Forest. }	Longuemare. . .	8 —	650 —	0 ^f ,690
	Gautreau	8 —	650 —	0 ^f ,538

« Somme toute, pour les puissances qui conviennent aux locomobiles agricoles, le moteur à pétrole lampant peut être regardé comme consommant, en nombre rond, de 0,5 à 0,7 litre par cheval-heure, ce qui fait de 0 fr. 15 à 0 fr. 20 de combustible au prix moyen de 0 fr. 30 par litre. Il n'y a pas de dépense d'eau sensible si l'appareil est pourvu d'un refroidisseur; on n'a à subvenir qu'à la perte d'eau par évaporation.

« Quelle est, en face de ces chiffres, la situation de la machine à vapeur? Pour la puissance et dans les conditions d'emploi des locomobiles à battre, il ne faut guère compter sur une dépense de moins de 3 ou 4 kilogs de charbon par cheval-heure; acheté au prix de 25 ou 30 francs par tonne, ce combustible, après transport à pied d'œuvre et en tenant compte des déchets de route, revient moyennement à 40 francs. C'est donc, par cheval-heure, une dépense de combustible de 0 fr. 12 à 0 fr. 16, à laquelle il faut ajouter les frais occasionnés par l'approvisionnement en eau, dont la machine consume environ 20 litres par cheval-heure.

« On s'explique donc aisément les progrès du moteur à pétrole, soit comme engin d'entrepreneur, soit comme appareil faisant partie de l'outillage propre d'un domaine. Pour ce dernier genre d'application, en particulier, il présente sur la machine à vapeur l'avantage d'être toujours prêt à fonctionner et de n'exiger pour sa mise en train ni dépense de combustible, ni perte de temps (un quart d'heure suffit au maximum); on peut donc l'employer, non seulement au battage de la récolte, mais à des travaux variés.

« La question de sécurité, objet de notre étude, peut trouver ainsi une solution particulièrement satisfaisante, les moteurs à combustion intérieure étant pratiquement exempts du danger d'explosion. »

§ 2. — Physique

La cause de l'effet de Volta. — Lorsqu'on rend conducteur d'électricité le gaz séparant deux plaques de métaux différents, ces dernières prennent une différence de potentiel donnée, analogue à celle qui se pro-

duit entre les pôles d'une pile galvanique. Pour exciter cette conductivité, on dispose de différents moyens : lumière ultraviolette, flammes, rayons Röntgen, etc. La méthode la plus commode est cependant l'emploi des corps radio-actifs, tels que l'uranium, le radium, le polonium, etc.

C'est ce dernier procédé qu'adopte M. A. Greinacher dans un récent travail sur la cause de l'effet voltaïque¹. L'auteur étudie d'abord le rapport entre le potentiel de charge et la force électromotrice. Il trouve qu'à distance croissante des plaques, le potentiel de charge s'accroît d'abord et se met à tomber ensuite, rapidement d'abord, puis de plus en plus lentement; le maximum correspond à la distance d'environ 1^{mm},2. Ces phénomènes sont, semble-t-il, dus à la relation qui existe entre la résistance intérieure de la pile et la distance des plaques.

L'auteur constate ensuite que le potentiel de charge s'approche le plus près de la force électromotrice pour une résistance minima de la pile. Quant à la cause de l'effet électromoteur de la pile gazeuse, le gaz rendu conducteur paraît jouer le rôle de l'électrolyte des piles galvaniques. Les métaux oxydables se recouvrent d'une mince couche d'oxyde, absorbant l'eau de l'air ambiant; c'est cette membrane liquide sur les plaques métalliques qui serait l'excitateur d'électricité principal. Afin de vérifier cette hypothèse, l'auteur fait disparaître autant que possible cette membrane; alors la force électromotrice des métaux oxydables disparaît aussi presque entièrement. Les expériences faites sur l'argent et sur le platine n'ont pas, au contraire, donné de résultats bien nets, la force électromotrice ne diminuant pas d'une façon appréciable, même dans le cas d'un chauffage très intense.

§ 3. — Électricité industrielle

Un nouveau type de dynamo. — Une dynamo donnant des courants d'intensité constante pour une valeur quelconque de la vitesse du moteur serait évidemment d'une grande utilité dans tous les cas où la force motrice change fréquemment d'intensité (moulins à vent ou à eau, trains de chemin de fer, etc.). On peut arriver, il est vrai, à ce résultat, au moins en partie, par un jeu d'engrenages compliqués; mais ces derniers, outre la consommation d'énergie à laquelle ils donnent lieu, ne sont pas sans nuire à la sécurité du fonctionnement.

Or, la dynamo récemment inventée par le Dr E. Rosenberg, et construite par l'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, constitue une véritable machine à intensité constante, qui se prête surtout à l'éclairage des trains de chemin de fer; aussi, de nombreux trains appartenant aux Chemins de fer d'Etat prussiens et bavarois viennent d'en être munis.

Le principe sur lequel se base la nouvelle dynamo peut être résumé comme suit : Le champ transversal perpendiculaire au champ primaire, présent dans toute dynamo ordinaire, est plutôt gênant en raison de la déformation qu'il produit; aussi, dans le cas des machines ordinaires, on tâche de le compenser en donnant des dimensions convenables à l'inducteur et à l'induit, ou bien en se servant de dispositifs auxiliaires spéciaux; or, c'est précisément ce champ transversal que l'inventeur a mis à profit, en ajoutant une seconde paire de balais, tandis que les balais correspondant à ceux d'une dynamo ordinaire ont été mis en court-circuit.

Quant aux conditions magnétiques de cette machine, le champ original, dont le flux quitte, par exemple, le pôle inférieur pour se rendre à travers l'induit vers les pôles supérieurs, pourra être très petit dans le cas où la machine fonctionnerait à toute vitesse; il suffit, en effet, d'induire un faible voltage dans l'induit pour lancer à travers ce dernier le courant normal ou une partie de ce dernier, les balais étant mis en court cir-

¹ Recherches sur les moteurs à alcool (C. R. de l'Acad. des Sc., t. CXXV, octobre 1897, p. 366).

¹ *Annalen der Physik*, n° 4, 1905.

euit. Le courant d'induit produira un champ transversal d'une intensité bien plus grande que le champ primaire et qui est déplacé de 90° dans le sens de la rotation; son axe de symétrie sera horizontal. Or, on sait bien que la réaction d'induit affaiblit toujours l'intensité du champ sur le bord antérieur des pièces polaires, tout en la renforçant sur le bord postérieur. Lorsque la machine tourne vers la droite, un pôle nord se superpose par conséquent sur la moitié gauche de la pièce polaire supérieure et un pôle sud sur la moitié droite, alors que sur la moitié droite de la pièce polaire inférieure vient se poser un pôle sud et sur la moitié gauche un pôle nord. Les polarités dues au champ original se combineront à celles du champ secondaire transversal pour former un champ résultant.

Les balais auxiliaires dans l'axe vertical ne sont influencés que par le champ secondaire horizontal, et, comme ce dernier s'intervient toutes les fois que la rotation change de signe, les balais donneront un courant de direction constante.

L'ampère-mètre ou le volt-mètre d'une dynamo pareille, ayant été reliée à une résistance et dont la vitesse angulaire est réglée depuis la limite maxima jusqu'aux valeurs les plus petites, restera sensiblement immobile, surtout dans le cas des tensions relativement petites. La machine s'ajustera par conséquent pour donner un courant d'intensité pratiquement constante.

Si le circuit extérieur renferme une résistance constante, l'on obtiendra une tension approximativement constante à partir d'un nombre de tours donné, alors que, dans le cas d'une batterie d'accumulateurs intercalée dans le circuit extérieur, la tension dépend du nombre de cellules et des conditions de charge de la batterie. La tension de la dynamo s'adapte à celle qui règne dans la canalisation électrique.

§ 4. — Agronomie

L'hydraulique agricole. — Il vient d'être institué au Ministère de l'Agriculture, près la Direction de l'Hydraulique et des améliorations agricoles, un Comité spécial chargé de l'étude scientifique des divers problèmes que soulève l'exécution des travaux dont ce service a la direction.

On sait combien ces problèmes sont encore peu connus. Qu'il s'agisse de travaux d'irrigation ou de drainage, de l'utilisation agricole des eaux d'égout ou des eaux résiduaires d'industrie, de la mise en valeur de terres pauvres ou incultes, de l'application de l'énergie électrique en agriculture ou industries rurales, les données nécessaires pour effectuer ces entreprises dans de bonnes conditions font actuellement défaut. Ainsi, l'on ne possède que des connaissances imparfaites sur les propriétés physiques et mécaniques des sols, sur le régime des eaux superficielles et le mode de circulation des eaux souterraines, sur le mode d'action et le rôle des eaux d'arrosage, etc. Il y a donc intérêt à grouper sur ces diverses questions des faits expérimentaux suffisamment nombreux pour qu'il soit possible d'établir des règles dans lesquelles la pratique courante trouvera de précieux renseignements.

Ce sera le rôle du nouveau Comité de procéder ou de faire procéder à l'étude de ces diverses questions. A la tête de ce Comité ont été placés : MM. Müntz, Michel-Lévy et Violle, membres de l'Académie des Sciences; Grandeau, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers; Calmette, directeur de l'Institut Pasteur de Lille; Bordas, professeur suppléant au Collège de France; Dabat, directeur de l'Hydraulique agricole au Ministère, etc.

§ 5. — Biologie

La vie dans la nature à l'abri des microbes.

— Pasteur avait émis l'opinion que les nombreux microbes qui peuplent le tube digestif des animaux pourraient bien être indispensables, ou tout au moins très

utiles à la digestion, et conséquemment à la vie de leur hôte.

Il y a une dizaine d'années, MM. Nuttall et Thierfelder, en nourrissant aseptiquement de petits cobayes extraits aseptiquement de l'utérus maternel et conservés dans une enceinte aseptique, s'assurèrent que la nutrition est possible en l'absence des microbes : les petits cobayes étaient capables de digérer les biscuits et le lait aseptiques et de les utiliser pour leur nutrition, car ils augmentaient de poids. Schottelius, en répétant l'expérience sur de petits poussins, n'obtint pas des résultats aussi favorables, car les sujets en expérience diminuèrent de poids et dépérirent manifestement.

Ces expériences établissent qu'on peut faire vivre aseptiquement de jeunes animaux pendant un certain temps; mais elles semblent démontrer que les jeunes animaux aseptiques ne sauraient accomplir leur complet développement. Nous disons : « semblent démontrer », car il est possible que le retard de développement et le dépérissement constatés soient la conséquence de l'usage d'aliments spéciaux bien plutôt que de l'asepsie intestinale.

En ce qui concerne les animaux supérieurs, la question est donc encore en suspens. M. P. Portier appelle à ce sujet l'attention sur les nombreuses espèces d'insectes qui, par leur genre de vie, à une certaine période de leur développement, peuvent être préservées de toute contamination : telles sont, par exemple, les larves mineuses qui creusent une galerie dans l'épaisseur des feuilles.

L'œuf des Microlépidoptères est pondu soit à la face inférieure, soit plus souvent à la face supérieure de la feuille; il est collé à l'épiderme et forme une petite masse globuleuse et transparente qui a environ 60 à 80 µ de diamètre. A l'éclosion, la jeune chenille pénètre directement dans l'intérieur de la feuille en rongant l'épiderme sous-jacent à l'œuf, épiderme qui peut être stérile, au moins dans un certain nombre de cas. Elle dévore les cellules à chlorophylle, se creusant un logement dans l'épaisseur de la feuille, mais respectant scrupuleusement les cellules épidermiques, de sorte que, pendant toute son existence, elle se trouve parfaitement isolée du milieu ambiant par une cloison transparente.

N'est-ce pas là, réalisée dans la Nature, l'expérience de vie aseptique si difficile à organiser dans les laboratoires pour les animaux supérieurs?

M. P. Portier extrait aseptiquement la larve de sa logette et, après l'avoir sectionnée, la laisse tomber dans un tube contenant du bouillon de culture, pour vérifier l'asepsie de ses tissus.

Les chenilles de *Lithocolletis* (L. du chêne, de l'orme, du prunier) sont aseptiques dans le tiers des cas, environ. Les chenilles du *Nepticula* du rosier se sont montrées aseptiques dans tous les cas (13 observations).

Ces intéressantes observations montrent, avec une grande élégance, que, pour ces larves tout au moins, la vie aseptique est possible, et que le développement normal et les métamorphoses qu'il comporte ne nécessitent nullement la présence de microbes dans le tube digestif.

Le Coolie japonais. — Ce n'est que depuis le début de la guerre de Mandchourie que l'Europe commence à bien connaître le Japon. Aussi les erreurs concernant l'Empire du Soleil-Levant et ses habitants semblent-elles encore loin d'être toutes dissipées. C'est ainsi qu'un grand journal parisien prétendait, il y a quelques mois à peine, que les Nippons sont trop mal nourris pour pouvoir fournir un effort considérable ou un travail pénible et continu.

Les événements d'Extrême-Orient se sont chargés d'infirmer cette assertion. La bataille de Moukden, notamment, où, pendant dix jours, presque sans reprendre haleine, par un froid et des ouragans de neige terribles, les soldats du Mikado se sont rués sur leurs héroïques adversaires et ont fini par les terrasser,

cette lutte gigantesque, d'où les « pygmées jaunes » sont sortis vainqueurs, est une preuve éclatante de l'énergie formidable de la race nipponne.

L'alimentation japonaise, si nous la comparons au régime des races de l'Europe et de l'Amérique du Nord, doit, en effet, nous paraître insuffisante. Mais, d'un autre côté, l'observation nous permet d'affirmer que le travail mécanique fourni par l'ouvrier japonais est plutôt supérieur qu'inférieur au rendement de la machine humaine occidentale.

A l'appui de cette thèse, nous relaterons le fait suivant, dont nous avons été témoin à Moji, le Cardiff japonais, où — au cours d'un récent voyage en Extrême-Orient — notre bateau relâcha pour faire du charbon.

Il s'agissait d'embarquer 2.000 tonnes de combustibles.

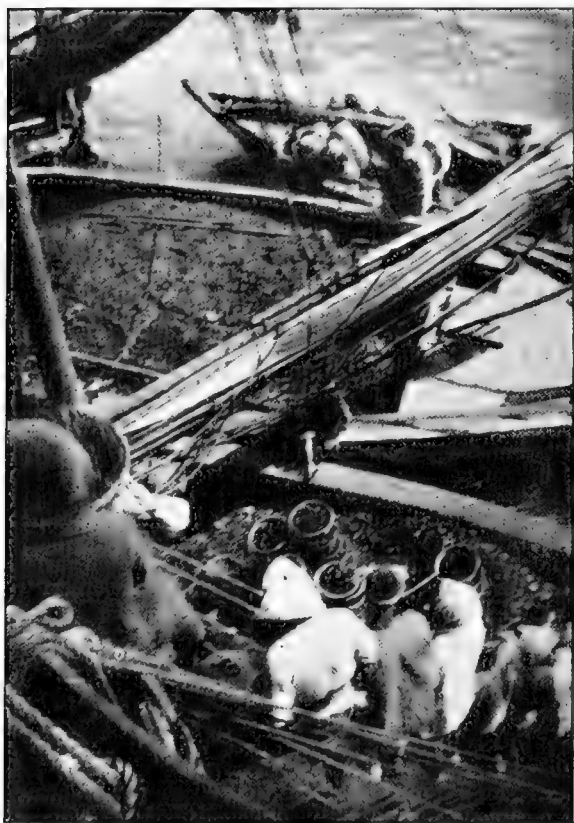


Fig. 1. — Chalands amenant le charbon au navire.

tible. La rade étant encombrée de transports de l'Etat, y faisant escale dans le même but, et beaucoup d'ouvriers du port, les plus vigoureux surtout, étant déjà partis pour la guerre, nous ne pûmes nous procurer que 240 coolies, dont un tiers de femmes et d'enfants. Ils furent divisés en huit équipes d'une vingtaine d'hommes et d'une dizaine de femmes et d'enfants chacune.

Comme nous étions à l'ancre au milieu du détroit de Simonoseki, le charbon nous était amené dans des chalands, d'où un échafaudage de planches, de bambous et de cordages, rapidement gréé le long des flancs du navire, permettait de le monter à bord.

Une dizaine de coolies de chaque équipe formaient la chaîne sur les degrés de l'échafaudage et se passaient les paniers jusque sur le pont; une douzaine d'autres, femmes et enfants surtout, les faisaient ensuite glisser jusqu'aux soutes sur des planches inclinées et rejetaient les paniers vides dans les chalands. Le reste des coolies était occupé à arrimer la houille

dans les cales ou à remplir les paniers dans les chalands.

Au bout de vingt-cinq heures d'un travail ininterrompu exécuté par les mêmes coolies, les 2.000 tonnes de charbon se trouvèrent dans les soutes. Chacune des huit équipes en avait embarqué 250 tonnes : 10 tonnes ou 1 wagon par heure; et cette quantité avait été manipulée par tous les coolies échelonnés sur l'échafaudage. Placés à côté et à environ un demi-mètre de distance verticale les uns des autres, ils eurent à se passer environ 25.000 paniers de 10 kilos chacun. Le travail utile fourni par ces hommes est donc relativement facile à estimer, et nous ne croyons pas nous tromper de beaucoup en l'évaluant à 200.000 kilogrammètres au moins.

Or, M. Armand Gautier, le savant professeur de la Faculté de Médecine de Paris, nous apprend qu'un bon ouvrier qui se livre à un exercice soutenu, sans être excessif, fournit dans sa journée un travail utilisable de 75.000 à 80.000 kilogrammètres. Si notre estimation est correcte, nos coolies japonais produisirent donc, pendant vingt-cinq heures consécutives, un travail qu'un bon ouvrier européen ne fournit que pendant une dizaine d'heures par jour.

D'autre part, étant donné le mode d'exécution du travail et en tenant compte du poids des paniers vides, du frottement, des déplacements du corps, des excès de travail du cœur et de la respiration, etc., ces 200.000 kilogrammètres de travail utilisable doivent correspondre à un travail réel d'environ 500.000 kilogrammètres, c'est-à-dire à près du double de la somme d'énergie totale qu'un très bon ouvrier de nos climats, allant jusqu'à la fatigue, produit dans une journée de dix heures.

Je dois ajouter que, si certains de nos coolies, surtout les femmes et les enfants, donnèrent quelques signes de fatigue vers la fin de leur longue journée de travail, beaucoup d'entre eux disposaient encore d'une réserve d'énergie leur permettant de rire et de chanter et que la bonne humeur, ce bien précieux des grandes masses japonaises, ne cessa de régner jusqu'au bout. Et un contremaître m'affirma qu'après une dizaine d'heures de repos ils seraient prêts à reprendre leur rude labeur.

Voyons maintenant si l'alimentation du coolie japonais peut nous fournir l'explication de son activité prodigieuse.

Elle se compose presque exclusivement de riz, de légumes, de plantes marines, d'un peu de poisson, de thé et de condiments.

Parmi ces derniers, le rôle le plus important semble appartenir au *choyou*, sorte de sauce très riche en principes azotés, obtenue par la fermentation du pois de Soja (*Soja hispida*) avec du riz ou du froment.

Les repas de nos coolies, au nombre de trois pendant toute la durée de leur présence à bord, furent peu copieux. Certains d'entre eux se contentaient du contenu d'une boîte rectangulaire en bois blanc d'environ 20 × 15 × 5 centimètres et divisée en deux compartiments inégaux, dont le plus grand contenait du riz cuit à l'eau, l'autre, des légumes ou un peu de poisson et quelques condiments. D'autres se faisaient servir par un cuisinier ambulant un grand bol de riz et plusieurs bols plus petits contenant les autres aliments en petites quantités. Comme boisson, de l'eau ou du thé très léger et sans sucre. Un marchand de tabac, allumettes, etc., qui était venu s'établir à bord, avait apporté une demi-douzaine de flacons de *saké* (eau-de-vie de riz) qui lui restèrent pour compte.

On m'affirma que les repas auxquels j'avais assisté constituaient le régime à peu près invariable de tous les jours et qu'un grand nombre de ces braves gens avaient encore momentanément supprimé un de leurs trois repas quotidiens afin d'en pouvoir consacrer le montant à la Croix-Rouge ou à d'autres œuvres patriotiques.

Nous n'avons ni analysé ni même pesé la ration

alimentaire du coolie japonais. Ce que nous pouvons affirmer, néanmoins, c'est qu'elle est loin de lui fournir les 167 grammes d'albuminoïdes, 71 grammes de graisses et 692 grammes d'hydrates de carbone nécessaires à l'ouvrier européen soumis à un travail fatigant⁴.

Ce qui nous frappe surtout, c'est la faible quantité d'albumine et de graisse que contient la nourriture japonaise. On sait que le riz est la moins riche de toutes les céréales en matières grasses et azotées; et la consommation d'autres aliments, poissons et légumes, est si peu considérable qu'elle ne peut pas remplacer la viande, le pain, le fromage, les légumes secs et la graisse, l'huile ou le beurre de l'ouvrier européen. Nous savons, d'ailleurs, depuis les expériences récentes du physiologiste américain Chittenden et les travaux

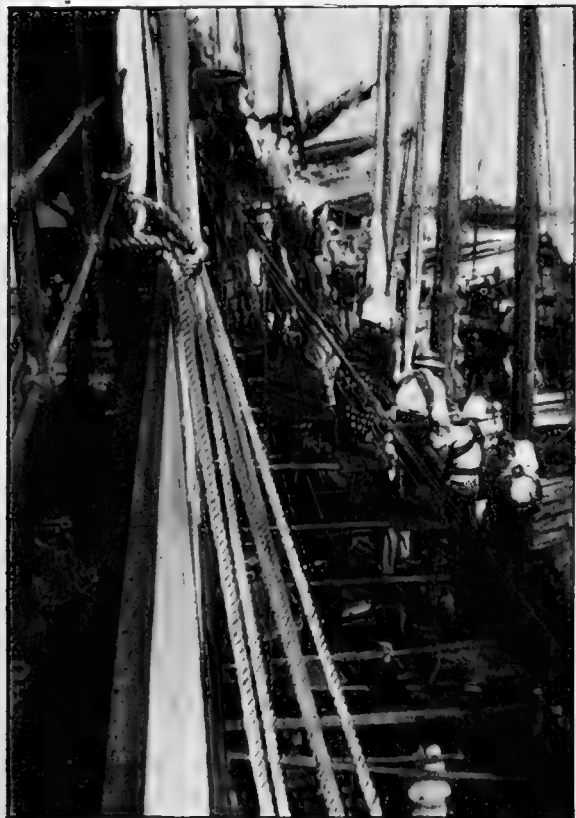


Fig. 2. — Coolies japonais montant des paniers de charbon le long d'un échafaudage placé sur les flancs du navire.

de Hirschfeld, Koumagawa, Klemperer et d'autres, que 8 grammes d'azote, équivalant à 50 grammes d'albumine, suffisent à un adulte actif de poids moyen. D'autre part, l'atavisme, l'accoutumance à leur régime presque végétarien permet aux Japonais de mieux s'assimiler les substances protéiques contenues dans les végétaux.

Encore, pour permettre à l'économie de produire un effort mécanique soutenu, faut-il que l'alimentation lui fournisse une certaine quantité de chaleur.

Pour pouvoir se livrer à un travail fatigant d'une dizaine d'heures par jour, l'ouvrier de nos climats a besoin de 4.200 calories, qui lui sont fournies par la combustion des principes alimentaires énumérés plus haut. En produisant un travail total de 280.000 kilogrammètres, il n'utilise que 659 calories, c'est-à-dire 15,7 % des calories alimentaires totales. Le reste est

perdu par la vaporisation de la sueur et de l'eau expiré ou rayonné par la peau sous forme de chaleur.

Or, le coolie japonais est loin de disposer de 4.200 calories, et s'il fournit une somme de travail égale ou même supérieure, c'est qu'il doit être capable de mieux utiliser l'énergie totale disponible, de transformer un plus grand nombre de calories en force mécanique aux dépens de celles qui sont perdues par l'évaporation et le rayonnement.

En Europe, pour augmenter le rendement de la machine animale, on a surtout recours à une alimentation riche en principes azotés et notamment à la viande, dont la combustion donne moins d'eau que celle des matières ternaires pour un même nombre de calories produites.

Nous avons vu qu'il n'en est pas ainsi au Japon. Le régime y est pauvre en azote, et la chair, à l'exception d'une petite quantité de poisson, en est presque absolument exclue.

Il existe donc, — et c'est encore l'avis de M. Armand Gautier, — en dehors des albuminoïdes, des aliments qui favorisent ou excitent l'action musculaire et permettent de transformer un plus grand nombre de calories disponibles en travail.

Ces aliments nervins, nous les trouvons parmi les boissons aromatiques ou spiritueuses, et les condiments.

En fait de boissons aromatiques, les Japonais ne connaissent guère que le thé, dont ils font une consommation assez considérable sous forme d'infusion très légère. Il est certain que la théine est un tonique musculaire; pas assez puissant, cependant, pour remplacer les matières albuminoïdes dans l'alimentation: les ouvriers anglais, grands consommateurs de thé, n'en sont pas moins gros mangeurs de viande.

Quant à la boisson fermentée la plus connue au Japon, c'est le *saké*, l'eau-de-vie de riz. Mais la consommation qu'en fait le coolie n'est ni assez forte ni assez fréquente pour lui permettre de jouer un rôle bien important comme aliment ou comme excitateur nerveux.

C'est donc dans les condiments — peut-être dans ceux d'origine marine ou dans le *choyou* — qu'il convient de rechercher les agents nervins capables de produire cette résistance étonnante à la fatigue, cette énergie physique prodigieuse qui caractérise la race nipponne. Et il serait à la fois intéressant et utile — si la chose n'a pas encore été faite — d'étudier l'alimentation japonaise à ce point de vue.

D^r F. Weisgerber.

§ 6. — Sciences médicales

Le système séparatif dans l'assainissement urbain. — M. le D^r J. Trollat⁴, de Lyon, vient de faire sur ce sujet une étude approfondie, d'où nous extrayons les renseignements suivants: — On sait le double but du système séparatif: d'une part, écoulement direct, dans les cours d'eau, des eaux pluviales et des eaux de lavage des rues peu contaminées, grâce à un premier réseau de conduites, et, d'autre part, évacuation, vers les usines d'épuration, des matières fécales, des urines et de la plus grande quantité des eaux ménagères et industrielles, grâce à un second réseau. D'après l'auteur, ce système présente sur le tout à l'égoût d'incontestables avantages: en effet, les cours d'eau sont mieux protégés: les inconvénients résultant des odeurs dégagées par les ouvertures ou regards disparaissent, car les égouts séparatifs contenant les matières putrescibles forment un système absolument clos depuis leur lieu d'origine jusqu'à l'usine d'épuration; la pression est moins forte et il y a bien moins de fuites ou fissures; enfin, il y a trois avantages très importants: c'est d'abord que le système séparatif n'exige qu'une quantité d'eau très faible, c'est qu'il supprime les champs d'épandage dont on connaît les multiples inconvénients, c'est enfin qu'il

⁴ ARMAND GAUTIER: « L'Alimentation et les Régimes chez l'homme sain et chez les malades ».

⁴ Thèse de Lyon, 1904-1905.

coûte moins cher que le tout-à-l'égout, tout en paraissant plus compliqué : ainsi M. Trollat a calculé qu'à Lyon, l'établissement du tout-à-l'égout reviendrait à 17 millions, tandis que l'installation du système séparatif ne coûterait qu'environ 11 millions. Ce système, d'ailleurs, a fait ses preuves en Angleterre, en Italie, en Allemagne, au Transvaal, en Russie et même en France, à Cannes, à Levallois, à Trouville : dans cette dernière ville même, la mortalité a baissé de 10 % depuis son installation, et le nombre des cas de fièvre typhoïde a surtout diminué d'une façon remarquable.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Ivoire au Congo français. — Le Commissaire général du Congo français, M. Gentil, vient de prendre deux arrêtés intéressants et dont on ne saurait trop le féliciter :

Considérant que l'ivoire constitue dans notre colonie l'un des éléments de trafic les plus importants et qu'il y a lieu, par suite, aussi bien dans l'intérêt du commerce que dans un but de conservation de l'espèce, de ne pas détruire les jeunes éléphants porteurs de dents de petites dimensions, M. Gentil interdit, dans toute l'étendue du Congo français et dépendances, la vente et l'exportation de pointes d'ivoire de 2 kilogrammes et au-dessous.

Le second arrêté spécifie qu'à dater du 1^{er} janvier 1906, l'ivoire ne sera plus admis au nombre des produits à recevoir au titre de l'impôt indigène.

Par mesure transitoire et jusqu'au 31 décembre 1903 inclus, l'ivoire ne sera plus accepté, au titre de l'impôt, que dans la proportion du tiers par rapport à la quantité de caoutchouc remise, au même titre, à l'Administration par chaque tribu ou groupe d'indigènes.

Ces mesures étaient réclamées depuis longtemps par tous ceux qui s'intéressent à la question de l'éléphant et qui n'ignorent pas que c'est à bref délai la disparition de cette espèce si l'on ne combat pas par des moyens énergiques, dans les pays congolais, français et belges, la fièvre de la recherche de l'ivoire.

La culture du coton dans la vallée du Niger. — A plusieurs reprises, la *Revue* a parlé de l'œuvre entreprise par l'Association cotonnière coloniale. On sait qu'actuellement l'industrie cotonnière française demande la plus grande partie de sa matière première à l'Amérique, et l'on sait aussi que la spéculation y cause des différences de prix très préjudiciables aux intérêts de notre industrie française. De plus, on peut toujours craindre que l'industrie américaine tende à absorber toute la matière première nationale. C'est pour éviter ce danger, en développant la culture du coton dans nos colonies, que l'Association cotonnière a été fondée.

Or, il semble que, dans la région du Niger, les essais tentés parallèlement par l'Administration et l'Association cotonnière soient sur le point d'aboutir à des résultats pratiques.

Les indigènes acceptent avec empressement les nouvelles graines qui leur sont fournies, à tel point que ceux du Djenné, auxquels il n'en avait pas été distribué l'an dernier, sont venus jusqu'à Ségou supplier qu'on leur en donnât. Le coton produit par ces graines s'approche de plus en plus de la qualité réclamée par l'industrie française.

L'Association cotonnière, dit son président, M. Esnault-Pelterie, devra se préoccuper de créer le mouvement commercial pour l'achat de ce coton. Si les prévisions de M. Merlaux-Ponty, gouverneur du Haut-Sénégal et Niger, se réalisent, d'ici quelques années le coton soudanais pourra alimenter une grande partie de nos usines françaises. Grâce au chemin de fer du Niger au Sénégal, il est possible d'évaluer les frais de transport de Ségou au Havre à 80 francs environ la

tonne, prix qui n'a rien de prohibitif pour la matière première dont il s'agit.

§ 8. — Enseignement et Sociétés

Ecole nationale supérieure des Mines. — Le Ministre des Travaux publics vient de décider que des conférences seraient faites aux élèves de 3^e année de l'Ecole nationale supérieure des Mines, sur les premiers soins à donner aux ouvriers en cas d'accident. Le Dr Carnot, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, médecin de l'Ecole, a été chargé de ces conférences.

C'est là une excellente innovation, qui ne pourra donner que de bons résultats si l'on en juge par ceux qui ont été obtenus dans un enseignement analogue donné depuis longtemps à l'Ecole Centrale, dans le cours d'Hygiène industrielle professé par le Dr Saint-Yves-Ménard, membre de l'Académie de Médecine.

Les jeunes ingénieurs ne seront ainsi que mieux préparés aux devoirs et aux responsabilités de leur profession.

Statistique des étudiants. — Le *Bulletin administratif du Ministère de l'Instruction publique* du 8 avril 1905 publie la statistique des étudiants au 15 janvier 1905 dans les Universités et Ecoles d'enseignement supérieur. Nous en extrayons les chiffres suivants, intéressant les Facultés et Ecoles de Médecine, des Sciences et de Pharmacie :

	MÉDECINE	SCIENCES	PHARMACIE.
Paris	3.459	1.605	1.237
Marseille	278	238	168
Besançon	50	163	28
Bordeaux	720	317	231
Caen	37	69	48
Clermont	61	94	43
Dijon	85	128	29
Grenoble	62	161	39
Lille	274	182	159
Lyon	903	541	210
Montpellier	340	297	209
Nancy	273	581	79
Poitiers	43	129	44
Rennes	161	233	100
Toulouse	432	304	135

Une Ecole navale de commerce en Espagne. — Le ministre de l'Instruction publique d'Espagne vient d'accorder son appui à un projet original d'Ecole navale de Commerce qui fut proposé il y a trois ans au Congrès pédagogique catalan.

Il s'agit de la création d'un navire-école sur lequel les jeunes gens se destinant au commerce se prépareraient à cette carrière en naviguant dans toutes les parties du monde, en acquérant ainsi la connaissance pratique des langues étrangères et en étudiant sur place les débouchés commerciaux.

Le programme d'études de cette école s'étendra sur trois années et comportera autant d'itinéraires : 1^o la Méditerranée; 2^o le nord de l'Europe; 3^o l'Afrique occidentale et l'Amérique latine.

Le corps des professeurs sera recruté dans les grands centres commerciaux d'Europe. Les élèves ne seront pas admis au-dessous de quinze ans, ni au-dessus de vingt-deux. Le prix d'admission pour chaque cours annuel sera de 3.250 pesetas, tout compris. A la fin des trois années, les élèves recevront un diplôme spécial.

Académie royale des Sciences de Lisbonne. — Dans sa séance du 4 mai 1905, l'Académie royale des Sciences de Lisbonne a élu Membre correspondant M. Ernest Lebon, lauréat de l'Académie Française, professeur agrégé de Mathématiques au Lycée Charlemagne, à Paris.

RÉFLEXIONS SUR LA MÉTHODE HEURISTIQUE

Les discussions qui ont eu lieu en 1904 au Musée pédagogique, et dont Ascoli a rendu compte ici-même¹ peu de temps avant sa mort prématurée, ont mis ou remis à l'ordre du jour une série de questions d'enseignement scientifique. Il me semble qu'il y a lieu de revenir sur celle qu'a posée M. Marotte : la méthode heuristique.

Rappelons que cette méthode dérive, en principe, de celle que Socrate employait et à laquelle il donnait le nom de *Maïeutique*. « En principe », car il s'en faut, nous le dirons plus loin, que la méthode socratique proprement dite soit notre modèle idéal, ni même qu'elle soit une véritable méthode heuristique. Mais, dégagé de cette forme particulière, le principe subsiste avec toute son importance, et les tentatives faites en ces dernières années à l'Étranger pour l'appliquer méritent d'attirer l'attention.

« Chez nous, dit M. Marotte, le professeur expose presque constamment, tandis que l'élève reste passif. En Allemagne, le professeur est un guide et l'élève est actif.

« Toute la classe se passe en interrogations fractionnées, très courtes, passant rapidement d'un élève à un autre pour les maintenir tous attentifs. Ces interrogations sont dirigées par le maître de façon ou bien à faire découvrir par les élèves la propriété mathématique à démontrer, ou bien à leur faire dégager de l'expérience faite sous leurs yeux la loi physique à constater. »

Une telle manière de procéder intéresse évidemment les Sciences physiques ou naturelles comme les Mathématiques, et non seulement toutes les sciences possibles, mais toutes les branches possibles de l'enseignement. Appliquée aux sciences expérimentales, la méthode porte souvent chez nous le nom américain de *rediscovery*. Mais méthode heuristique ou *rediscovery* représentent en gros² une seule et même tendance : faire retrouver à l'élève le plus grand nombre possible des vérités que l'on a en vue.

I

A cela, quels seront les avantages et quelles seront les objections ?

Au lieu de chercher les avantages que présente la

méthode, il importe de chercher tout d'abord ceux qu'elle ne présente pas, car, prise à la lettre, elle tendrait tout simplement à transformer tous les élèves en inventeurs. Il faudra donc montrer comment on n'entend point s'adresser à des Archimède ou à des Newton, comment, en un mot, on vise quelque chose de possible et non pas d'utopique.

Puisque le système fonctionne en Allemagne, il faut croire qu'il est viable et que l'idéal qu'il propose peut être atteint, au moins à un certain point de vue et dans une certaine mesure, qui restent à définir.

A quelque point de vue et dans quelque mesure que ce soit, on provoque ainsi l'activité de l'élève. Cet avantage, le premier de tous, ne peut manquer d'en entraîner d'autres, qui sont loin eux-mêmes d'être négligeables. C'est ce qu'a aussi constaté M. Marotte :

« Les classes faites par cette méthode, nous dit-il, sont bien plus animées que celles faites avec la méthode d'exposition.

« L'emploi de la méthode heuristique est une garantie que l'enseignement ne surpasse pas la capacité de l'élève, qu'il est sûrement compris et retenu. »

Et les objections ?

Il y en a de toutes sortes.

Faut-il rappeler celles qu'on a opposées cette année¹ à M. Brücker, professeur au Lycée de Versailles, lorsqu'il a exposé, pour l'enseignement des sciences naturelles, une forme de la méthode qui nous occupe ? Certaines pleines d'ironie : faire travailler les élèves et les exercer à l'observation, « c'est moins fatigant que de faire un cours » ; — d'autres pleines de bon sens : si l'on modifiait les procédés, suivant le nombre des élèves, « cela ferait deux méthodes d'enseignement ». Ces choses, et d'autres de même force, et de pires encore, ont été dites sérieusement au Musée pédagogique. On les a énoncées sans rire et écoutées sans pleurer. M. Brücker a même été obligé d'y répondre ; nous en sommes dispensé : contentons-nous de renvoyer au volume qui contiendra ces discussions, et où, cela va sans dire, tout ne sera pas du même style.

lycées jusqu'en ces tout dernières années ; 2° l'emploi de la méthode heuristique. Le premier aspect a surtout attiré l'attention dans les récentes réformes. Le second, lui aussi, est digne d'intérêt.

¹ Dans les séances du Musée pédagogique, qui ont fait suite à celles de 1904 et ont été consacrées aux Sciences naturelles et à la Géographie.

¹ Revue du 30 mai 1904.

² Le mot de *rediscovery* évoque, en réalité, la double différence qui sépare — on commence et l'on continuera de plus en plus, je l'espère, à pouvoir dire : qui séparait — l'enseignement américain des sciences expérimentales de notre enseignement français, à savoir : 1° la vue directe des êtres et des phénomènes, chose inconnue dans nos

II

Les objections sérieuses — hâtons-nous d'en venir à elles — existent. Il faut même, à mon sens, en tenir le plus grand compte, si l'on ne veut pas aboutir à un échec dont la méthode elle-même ne devrait pas être rendue responsable. En ce qui concerne les Mathématiques, elles ont été présentées d'une manière tout particulièrement intéressante, forte et complète¹, par M. Durand, professeur au Lycée Louis-le-Grand. C'est donc lui que je me trouve amené à combattre pour les réfuter.

Car, disons-le tout d'abord, je ne saurais m'associer aux conclusions de l'auteur. M. Durand n'est pas, si l'on veut, entièrement opposé à l'usage de la méthode heuristique. Mais c'est, en quelque sorte, par faveur grande qu'il est disposé à l'admettre (qu'il veuille bien me pardonner si, peut-être, j'exagère sa pensée) comme une distraction pour l'auditoire, comme un moyen — ni meilleur, ni plus mauvais qu'un autre — par lequel on peut essayer de varier son enseignement. Il en déclare donc dangereuse l'application *continue*.

Si par « continue » il faut entendre « constante et exclusive », je suis de son avis. Deux des inconvénients qu'il signale me paraissent, en effet, rédhibitoires dans ces conditions : le temps considérable qu'elle exigerait ; puis la confusion qu'elle engendrerait, le tort qu'elle porterait à la clarté.

Les deux objections n'en font qu'une, il est vrai. S'il faut éviter la perte de temps qu'occasionnerait la « redécouverte » de tout un cours scientifique, c'est surtout parce que l'auditoire risquerait d'y perdre de vue la marche des idées, ou même d'avoir tout à fait oublié à la fin ce qui aurait été dit au commencement².

Mais, si l'application de la méthode heuristique doit être faite avec mesure, si je ne crois pas qu'elle

¹ L'enseignement des sciences mathématiques et des sciences physiques. Conférences du Musée pédagogique (1904), p. 171 et suiv. ; Paris, Imprimerie nationale, 1904.

² Je ne vois pas qu'il y ait lieu d'invoquer contre la méthode heuristique l'objection (la plus puissante, sans doute, aux yeux de plusieurs) relative à la discipline. Elle exigera sans doute plus d'efforts avec la méthode heuristique qu'avec un enseignement dogmatique, *ex professo*, tel qu'il a existé autrefois. Mais il en sera forcément de même dès qu'il y aura interrogation, dès que les élèves interviendront autrement qu'en écrivant sous la dictée ; pourquoi le procédé heuristique présenterait-il, à ce point de vue, d'autres difficultés que n'importe quel autre mode d'enseignement admettant cette intervention ? Or, je ne crois pas qu'à l'heure actuelle personne songe à se passer d'elle, comme on le faisait trop souvent autrefois. Dans les classes de lettres proprement dites, elle est d'ailleurs permanente. Le professeur n'y prend, pour ainsi dire, jamais la parole d'une façon continue. Il n'y aurait aucun obstacle, pour les professeurs de sciences, à opérer de même, — je parle des circonstances où l'enseignement scientifique est pris au sérieux, et laisse de côté, par conséquent, les sections A et B.

doive régner seule désormais et faire disparaître entièrement l'enseignement *didactique* (je désignerai ainsi, pour abrégé, tout ce qui est enseignement proprement dit, par opposition à ce qui est « heuristique »), je n'estime pas non plus qu'elle doive ne jouer qu'un rôle purement épisodique ; au contraire, on doit s'efforcer de l'employer d'une façon *continue*, c'est-à-dire d'y faire appel constamment et à toute occasion.

Le jugement que nous serons conduit à porter sur la nouvelle méthode dépend, en effet, de l'objet que nous avons en vue. Si le but dernier de l'enseignement était la connaissance de telle ou telle partie du programme, il n'y aurait qu'à chercher le moyen le plus simple et le plus rapide pour acquérir cette connaissance, et à rejeter les autres : tout au plus en fera-t-on usage de temps en temps « pour changer ». Il n'est pas démontré, je le veux bien, que la méthode heuristique réponde à cet idéal. Mais celui-ci n'est pas, que je sache, le seul que nous devions viser : ce n'est pas lui que l'on a en vue quand on parle du caractère éducatif de l'enseignement. Or, à mon avis, ce caractère éducatif dépend en grande partie de la méthode heuristique.

Nous chercherons, en un mot, à appliquer cette méthode, non parce qu'elle permet d'acquérir plus aisément les mêmes connaissances, mais parce qu'ainsi acquises, elles enseigneront mieux à raisonner.

Tout en n'étant pas, nous l'avons dit, plus disposé que M. Durand à en admettre un usage excessif, qui compromettrait la clarté de l'enseignement, nous ne partageons pas toute sa tendresse pour certaines leçons parfaitement « claires, concises, bien composées », qu'il craint de voir disparaître, et que critique M. Marotte. Si la méthode heuristique conduisait parfois à en diminuer le nombre, je n'en ferais pas, moi non plus, un grief bien sérieux contre elle. Qui d'entre nous ne se rappelle de pareilles leçons... et n'en a ressenti les inconvénients ? Figées dans leur perfection, elles appartiennent, en somme, à la catégorie des « idées fossiles » dont parle M. Marotte un peu plus loin. Les élèves qu'on en fait profiter sont comme ces voyageurs trop bien guidés qui se figurent connaître un pays parce qu'ils en ont vu — sans incident fâcheux, assurément, et sans temps perdu — ce qu'on a bien voulu leur en faire voir.

Si nous pensons, et je ne vais pas à l'encontre, qu'elles ont, elles aussi, des avantages et qu'elles sont propres à séduire l'esprit, ce sont elles que nous offrirons à nos écoliers de temps en temps, « pour changer ».

Est-il, d'ailleurs, tellement évident que les

Mathématiques soient plus aisément et plus sûrement comprises par ces leçons modèles que par la méthode heuristique? Cela dépend de ce qu'on entend par « comprendre ».

« Ce mot — disait M. Poincaré au Musée pédagogique — a-t-il le même sens pour tout le monde? Comprendre la démonstration d'un théorème, est-ce examiner successivement chacun des syllogismes dont il se compose et constater qu'il est correct, conforme aux règles du jeu? De même comprendre une définition, est-ce seulement reconnaître qu'on sait déjà le sens de tous les termes employés et constater qu'elle n'implique aucune contradiction?

« Oui, pour quelques-uns; quand ils auront fait cette constatation, ils diront: J'ai compris. Non, pour le plus grand nombre. Presque tous sont plus exigeants: ils veulent savoir, non seulement si tous les syllogismes d'une démonstration sont corrects, mais pourquoi ils s'enchaînent dans tel ordre plutôt que dans tel autre. Tant qu'ils leur semblent engendrés par le caprice et non par une intelligence constamment consciente du but à atteindre, ils ne croient pas avoir compris. »

J'ai tenu à citer tout au long ces paroles: elles pourraient servir d'épigraphe au présent article. Il est clair que M. Poincaré met le doigt sur la plaie. Ceux dont il décrit ainsi l'état d'âme, et qui, sans s'en douter eux-mêmes, veulent, à juste titre, pour comprendre, autre chose que ce que notre enseignement leur offre en général, représentent bien souvent la majorité.

A ce mal, dont souffre gravement l'enseignement des Mathématiques au lycée, j'espère que la méthode heuristique pourra apporter un remède. Ce que je sais, c'est que les autres méthodes actuellement en usage ne paraissent guère capables de la remplacer à ce point de vue.

J'espère avoir montré pourquoi il ne suffira pas, pour abandonner cette méthode, de constater que son application soulève des difficultés: il faudra prouver que ces difficultés sont insurmontables, ou, du moins, assez graves pour nous forcer à renoncer aux avantages prédominants qu'elle comporte.

Ce n'est pas une raison, bien entendu, pour qu'il ne soit pas indispensable de se préoccuper de ces difficultés et de les résoudre. Je crois, avec M. Durand, qu'on n'y a pas assez songé jusqu'ici. On s'est mis à parler de la méthode heuristique; on en a discuté les mérites et les défauts, sans s'être entendu sur la façon dont on la conçoit. Je ne pense pas cependant qu'elle s'improvise; et, pour ma part, depuis de longues années que je l'applique, l'expérience me conduit sans cesse à modifier, sur un point ou sur un autre, ma

manière de procéder. C'est dire que je ne saurais avoir la prétention d'énoncer des règles définitives; je croirai avoir atteint mon but si les réflexions que je vais présenter en amènent d'autres¹.

III

Tout d'abord, comment les collégiens résoudre-t-ils des questions qui n'ont pu être élucidées sans le génie d'un Archimède, d'un Pythagore ou d'un Newton? C'est, nous l'avons vu, l'objection qui se présente immédiatement à l'esprit. M. Durand, qui la pose, fournit implicitement la réponse quand il compare les Mathématiques à un escalier à gradins irréguliers, dont quelques-uns sont trop hauts pour être franchis sans l'aide du maître.

La conclusion ressort avec évidence. Si les gradins sont trop hauts, il faut y pratiquer d'autres gradins plus petits. On devra *fractionner* les questions de manière à les mesurer aux intelligences auxquelles on les présente.

Pour ceux qui tiendront à opérer prudemment, ou que le niveau de la classe obligera de le faire, il n'y aura à ce fractionnement aucune limite. Plus l'auditoire aura besoin d'être ménagé, plus on pourra simplifier les questions. Aucune ne le sera au point que sa résolution soit sans bénéfice pour l'esprit. Par exemple, l'exécution pure et simple d'un calcul algébrique dont la marche vient d'être indiquée par le professeur est déjà un exercice profitable. Quelques-uns de ces calculs pourront être tout à fait analogues à ceux qui sont proposés d'habitude en devoirs. Je ne vois pas d'inconvénient à ce que l'un de ces devoirs soit une partie du cours; je vois, au contraire, toute espèce d'avantages à faire sentir aux élèves que cette partie ne compte pas au point de vue de la difficulté, puisqu'elle ne diffère pas de ce qu'ils sont habitués à faire par eux-mêmes.

Mais, en général, on pourra bientôt faire un pas de plus, et, au lieu de procéder à des calculs pour lesquels l'application des règles n'offre aucune sorte de difficulté, en proposer d'autres où cette application exige un certain effort d'attention, où, par exemple, elle cache des pièges, comme ceux que l'intervention des inconnues auxiliaires réserve souvent aux débutants. Les questions « heuristiques » se borneront alors le plus souvent à crier casse-cou.

Tailler des marches dans les pentes qu'il s'agit

¹ Au moment d'envoyer ces lignes à l'impression, je reçois le nouvel ouvrage (*L'enseignement des Sciences mathématiques et physiques dans l'enseignement secondaire des garçons en Allemagne*, Imprimerie nationale, 1905) dans lequel M. Marotte répond, pour sa part, au désir que j'exprime ici, en précisant la manière dont la méthode est appliquée en Allemagne. J'en reparlerai un peu plus loin.

de gravir : telle sera donc notre première préoccupation, et cela, évidemment, quel que soit l'ordre de sciences que nous ayons à enseigner.

IV

En ce qui concerne les Mathématiques, nous pouvons nous rassurer d'autant plus aisément que le fractionnement est déjà fait, pour la plus grande part, dans l'état actuel de l'enseignement. Aucune question n'est, en fait, présentée dans les termes où elle s'est posée aux inventeurs. Toutes sont résolues par une série d'étapes successives, marquées d'avance et assez nombreuses pour qu'aucune d'entre elles, pour ainsi dire, ne soit infranchissable à un élève convenablement guidé¹.

Qu'entendrons-nous donc par ces derniers mots ? Si le fractionnement a été suffisant, certaines parties de la solution pourront peut-être être trouvées spontanément par les bons élèves. Il serait imprudent, en tout cas, de demander à tous le même effort, et il ne me paraît nullement utile de se borner à ce qui peut être ainsi résolu.

Comment alors nos questions pourront-elles faire naître ce qui n'apparaîtrait pas sans elles ?

Devront-elles être une manière dissimulée d'indiquer nous-même la solution, de sorte que notre interlocuteur croira avoir tout trouvé, tandis que tout lui aura été suggéré sans qu'il sans doute ? Cette manière d'opérer est celle de Socrate lui-même (du moins si, en l'absence de document de première main, nous pouvons compter sur un disciple — se nommât-il Platon — pour rendre fidèlement la pensée du maître).

M. Durand critique cette méthode qui croit avoir atteint son but lorsqu'elle est arrivée à tromper l'élève sur le résultat qu'il a obtenu et sur ceux qu'il est capable d'obtenir.

Sur ce dernier point, on peut répondre, avec M. Tannery, que les devoirs seront là pour mettre l'élève en face de sa propre faiblesse, et qu'il y a là un premier et précieux moyen d'appliquer la méthode heuristique.

D'autre part, est-il bien certain que le trompe-l'œil dont se méfie, à juste titre, M. Durand soit particulier à celle-ci ? Si on veut le rechercher partout où il existe, on le retrouvera sans peine dans l'enseignement actuel, grâce au fractionnement auquel nous venons de faire allusion et qui fait disparaître l'intelligence, si importante et si féconde en soi, de la nature de la difficulté². Et surtout, si

quelque chose est propre à faire naître des illusions particulièrement fâcheuses de cette nature, ce sont précisément les leçons *trop bien faites* dont nous parlions tout à l'heure. Il y paraît bien, quand il s'agit de se rappeler et de retrouver, le moment venu, ces élégantes constructions. Elles séduiront au premier abord ; d'autres, moins parfaites, prendront leur revanche le lendemain : en particulier, les démonstrations obtenues heuristiquement.

Encore faut-il qu'elles le soient d'une manière véritablement heuristique, et tel n'est guère le cas, nous venons de le dire, pour la méthode socratique proprement dite. La faible part d'initiative qu'elle provoque ne serait certes pas sans présenter déjà quelque utilité, — quand ce ne serait que celle de montrer constamment au professeur si ce qui précède a été compris ou non. On est cependant en droit, somme toute, de ne voir en elle qu'un moyen moins direct, moins clair et moins commode d'exposition, de lui reprocher, en un mot, et de lui reprocher sans indulgence, toutes les difficultés que peut faire craindre l'emploi de la méthode heuristique, puisqu'elle n'en présente point, ou à un bien faible degré, les avantages.

Aussi, cette dissimulation, ces questions habilement posées, captieuses en quelque sorte, ne me paraissent-elles nullement de mise¹. M. Durand compare l'élève à l'enfant qu'un prestidigitateur a fait monter sur l'estrade pour lui tirer des poches, du nez, des oreilles, une multitude d'objets inattendus et hétéroclites. Eh bien ! il est essentiel que le prestidigitateur dévoile son « truc », que le maître explique comment ses questions ont amené au but.

En réalité, l'erreur est de croire qu'il y a un « truc », un escamotage quelconque, que nous devons imiter le juge d'instruction — un juge d'instruction malhonnête — cherchant à obtenir l'aveu d'un inculpé. Le caractère de nos questions, à mon avis, sera tout autre, et bien simple : elles seront celles que l'élève aurait dû se poser lui-même, celles que, instruit par cet exemple, il *devra* se poser lui-même une autre fois.

Ce que seront ces questions, comment il faut apprendre, non pas seulement au maître, mais à

utile au point de vue « heuristique », la question suivante : « En quoi le problème actuel diffère-t-il des problèmes analogues déjà traités ? »

¹ La méthode allemande, telle qu'elle nous est décrite (Marotte, ouvrage cité, page 26) à propos du théorème : « la somme des angles d'un triangle est égale à deux droits », n'est pas entièrement à l'abri de l'objection précédente. Dans cet exemple — qui n'est, d'ailleurs, pas parmi les plus simples au point de vue qui nous occupe — le point vital (transport des angles en un même point) est « escamoté ». Comme M. Durand, je voudrais voir, dans ce cas, le professeur dire nettement les choses et faire remarquer qu'il indique cette partie de la solution.

¹ En réalité, les démonstrations qu'on a l'habitude de proposer comme problèmes sont souvent bien plus difficiles à trouver que ne le seraient la plupart de celles du cours.

² Ma propre expérience m'a montré, comme éminemment

l'élève lui-même à les diriger, c'est ce que j'ai essayé ailleurs¹ d'esquisser.

J'ai tenté, autrement dit, de dégager les règles que tous les mathématiciens suivent inconsciemment lorsqu'ils raisonnent ou, du moins, les principales d'entre elles, celles qu'on retrouve sensiblement les mêmes, dans la plupart des exemples. Ce sont, d'ailleurs, des règles de bon sens, des truismes pour ainsi dire. Elles reviennent, en somme, à poser correctement le problème principal.

Doit-on dire que cela suffit toujours pour le résoudre? Évidemment non : nul ne peut avoir la prétention de réduire la science en machine. Une fois qu'on a bien compris la position de la question, il reste néanmoins, en général, quelque chose à trouver.

De ces deux éléments de la solution — l'application de règles nécessaires de logique ou l'invention proprement dite — quel est celui qui manque le plus souvent aux élèves? Tout porterait à croire que c'est le second; l'expérience montre que c'est le premier, celui qui, semble-t-il, ne devrait pas compter.

Il s'agit, par exemple, d'un cercle; l'élève n'ignore pas la définition du cercle : il la dira sans hésitation si vous la lui demandez. Mais, de lui-même, il ne se la demandera pas et ne pensera pas que ce soit le moment de se la rappeler. Il ne pensera pas à se demander quelle est l'hypothèse du théorème qu'il doit démontrer, ou il négligera de s'en servir. C'est d'une de ces causes ou d'autres tout analogues que proviendra la plupart du temps son embarras. Quand on l'aura astreint à « substituer la définition au défini », à utiliser toute l'hypothèse, quand encore — il faut avoir interrogé des étudiants de Faculté pour imaginer l'ignorance qui, actuellement, peut subsister sur ce point après des années d'études mathématiques — on l'aura forcé à s'assurer que chacune des transformations qu'il fait subir à la question n'en altère pas la signification véritable, on constatera que l'aide qui lui est ainsi apportée est, la plupart du temps, la seule dont il avait besoin.

L'enseignement ainsi entendu, tout en étant heuristique, restera, comme on le voit, didactique en un certain sens : il enseignera des règles de méthode au lieu de résultats. Seulement, bien entendu, ce ne sera pas un exposé à priori; il sera exclusivement pratique et interviendra à mesure que les occasions se présenteront de le donner.

On voit par là comment nous pourrions réaliser ce double idéal, en apparence contradictoire, d'une méthode qui ne doit ni abandonner l'écolier à ses

propres forces ni lui souffler directement ou indirectement ce qu'il doit dire.

Il est clair que nous sommes loin du reproche de dissimulation que nous avons craint d'encourir tout à l'heure.

Non seulement nous n'aurons pas à faire illusion à nos élèves, mais nous leur montrerons soigneusement ce qui leur aura manqué. Nous n'aurons pas à craindre, dans ces conditions, le danger, très grave évidemment, dont nous menace M. Durand et qui a particulièrement frappé M. Tannery : cette sorte de frottement au départ, grâce auquel l'esprit attendrait toujours du dehors l'impulsion initiale qui le mit en mouvement. Cette impulsion, les règles dont nous avons parlé ont précisément pour objet de la fournir. A nous de forcer l'élève à s'en servir et de lui faire sentir qu'il est dans son tort en ne les appliquant pas.

V

Pour arriver à ce résultat, faudra-t-il, comme nous l'avions pu supposer plus haut, faire traiter heuristiquement toutes les questions? Évidemment non : cela n'est ni indispensable, ni même désirable. On appliquera la méthode heuristique, pas assez pour s'y noyer, assez fréquemment, cependant, non seulement pour la faire comprendre, mais pour faire sentir qu'on aurait pu l'employer toujours si on l'avait voulu.

Nous laisserons tout d'abord de côté les quelques questions véritablement difficiles, où la difficulté ne se laissera pas fractionner, toutes celles, en un mot, où il faudrait intervenir autrement que par les règles très générales de méthode dont nous avons parlé, combinées avec l'intuition que l'on peut naturellement obtenir de l'élève. Celles là, si tant est qu'elles existent, sont l'exception; les autres sont assez nombreuses pour qu'il faille choisir entre elles. Nous pourrions écarter encore, en particulier, non seulement les solutions plus ou moins artificielles, — il est clair qu'il ne faut, autant que possible, les enseigner ni par la méthode heuristique, ni autrement, — mais aussi, au moins au premier abord, les démonstrations très parfaites, très systématisées, dans lesquelles on est trop souvent obligé de masquer l'idée primitive par la perfection des détails : — toujours les « idées fossiles ». Le théorème des projections est fait pour être enseigné *ex professo*, et aussi la méthode des isopérimètres, si elle n'avait pas heureusement disparu des programmes; mais il n'en est pas de même pour la méthode des périmètres. Non seulement cette dernière ne renferme rien qui ne puisse être *rediscovered*, mais l'élève peut et doit

¹ Leçons de Géométrie élémentaire (géométrie plane), Note A.

prendre conscience que (à un point près peut-être, la position même de la question¹) il n'a pas besoin de l'apprendre pour la savoir.

L'expérience fera trouver à chacun la mesure convenable, d'autant plus aisément que rien n'empêche ici d'opérer d'une manière progressive.

Rien n'oblige non plus à introduire la méthode heuristique sous une forme unique. Elle peut être substituée à l'enseignement didactique; mais elle peut très utilement aussi être employée avant lui, le professeur résumant, — ou, quelquefois, faisant résumer, — sous forme concise, les raisonnements qu'il a fait trouver par la classe, s'il juge que l'ordre et la clarté l'exigent.

Me voilà bien près d'être d'accord avec M. Durand, qui — je n'ai pas de peine à l'en croire — emploie, lui aussi, quelquefois la méthode heuristique et n'a pas attendu, pour cela, qu'on en parle. Mais on voit aussi sur quel point je me sépare de lui. Je ne crois pas qu'il consente, comme je le demande, à appliquer cette méthode assez souvent pour montrer qu'on peut et même qu'on doit l'appliquer presque toujours.

Or, c'est précisément cela qui constitue pour moi l'essentiel. L'important n'est pas d'arriver à faire employer la méthode pendant la classe, mais

de la faire employer *après*, lorsque l'élève est abandonné à lui-même.

Tout d'abord — pardon pour cette tautologie qui n'est qu'apparente — dans la recherche des problèmes. On comprend, par conséquent, que, comme le faisait remarquer M. Tannery, la correction de ces mêmes problèmes soit particulièrement importante sous ce point de vue.

Ensuite et surtout dans la revision, dans l'étude du cours, d'une leçon à l'autre. C'est là qu'on ne doit pas négliger, à mon sens, de rendre l'emploi de la méthode heuristique aussi continu que possible. Un bon élève doit être habitué, en principe, à n'en pas connaître d'autre.

C'est cela, si je ne me trompe, qu'il faut entendre par « apprendre à apprendre ». Ou cette devise — qu'on n'applique peut-être pas autant que l'on en parle — ne veut rien dire du tout, ou elle veut dire que, à sa sortie du collège, le jeune homme doit être mis à même de remplacer à son usage les professeurs qu'il quitte. Je ne sais si la méthode heuristique permettra de réaliser cet idéal, mais je crois bien qu'elle seule, convenablement appliquée, peut prétendre, dans le domaine qui nous occupe, à y travailler efficacement.

Jacques Hadamard,

Professeur adjoint à la Sorbonne.
Professeur suppléant au Collège de France.

L'INDUSTRIE DES ABRASIFS ET LE CORINDON

I. — GÉNÉRALITÉS.

L'industrie moderne consomme une très grande quantité de matières usantes ou « abrasifs »².

Dans chaque usine, on s'en sert journalièrement pour l'affûtage des outils des machines; il est intéressant de constater qu'avec un objet complètement opposé, l'emploi des matières usantes y est aussi important que celui des matières lubrifiantes.

Dans la plupart des ateliers, les abrasifs pénètrent sous la forme de toiles, de papiers enduits, ou bien de meules; ce sont eux qui servent aussi bien pour la rectification des organes les plus ténus et les plus délicats de la mécanique de précision que pour l'ajustage des plus énormes pièces de la

grosse métallurgie, telles que les plaques de blindage des cuirassés, en passant par le polissage de ces innombrables objets usuels qui nous entourent et qui leur doivent ce cachet de « terminé » et d'avenant.

Malgré cette très grande diffusion dans leur emploi, l'industrie des abrasifs n'avait pas, jusqu'à ces dernières années, suivi la progression brillante qui a marqué la marche de la plupart des autres industries; elle était restée, comme matériaux beaucoup plus que comme procédés, dans l'étal où elle se trouvait il y a un demi-siècle. Depuis peu, l'entrée dans le domaine industriel de nouveaux produits artificiels (carborundum, corindon artificiel, etc.) ou naturels (corindon) est venue lui apporter un rajeunissement; en mettant à sa disposition des produits d'une dureté et d'une pureté beaucoup plus grandes que ceux dont elle se servait autrefois, elle a ouvert le champ à de nouvelles et fertiles applications.

C'est plus particulièrement au corindon pur, depuis deux ans seulement dans la pratique industrielle, que nous consacrerons cette étude; elle

¹ Bien entendu, cette difficulté est dissimulée dans le fractionnement que l'enseignement actuel applique d'une manière systématique.

² Tiré du latin « *abradere* », « ôter en raclant ». Nous proposons en français, pour désigner les matières usantes, l'adoption de ce terme, déjà employé dans les pays de langue anglaise; sa racine a, du reste, déjà servi à créer dans notre langue le mot « abrasion », usité dans la terminologie géologique.

nous montrera le géologue déterminant la nature, les affinités et la répartition des roches éruptives à corindon, qui, il y a peu d'années encore, étaient seulement connues comme curiosités pétrographiques; elle nous fera voir ensuite l'ingénieur, à la lumière de ces travaux, recherchant dans ces mêmes roches le corindon en quantités économiquement exploitables.

Dans les pages qui vont suivre, nous examinerons d'abord très rapidement les matières usantes anciennement employées, en insistant toutefois particulièrement sur l'émeri. Nous nous attacherons ensuite au corindon pur et étudierons ses propriétés abrasives, ses modes de gisement et ses méthodes de traitement. En finissant, nous parlerons sommairement des autres nouveaux abrasifs et les comparerons au corindon dans leur lutte pour la conquête du marché.

II. — ABRASIFS ANCIENS AUTRES QUE LE CORINDON PUR.

§ 1. — Propriétés fondamentales des abrasifs.

Dans un abrasif, la propriété qui prime toutes les autres est la *dureté*, en attachant à ce mot le sens restreint que la Minéralogie lui attribue; nous entendons donc par *dureté* la capacité que possède un corps de rayer certains corps, dont la dureté est dite moindre, et d'être rayés par d'autres, dont la dureté est dite plus grande.

Pour exprimer ce caractère, le minéralogiste Mohs a établi une échelle numérique où le chiffre 1 représente la dureté du talc, minéral très facilement rayable à l'ongle, et le chiffre 10 celle du diamant, minéral qui rait tous les autres et n'est rayé par aucun; les intermédiaires ont été choisis arbitrairement. Cette échelle de Mohs, qui est la plus fréquemment employée en Europe, est la suivante : 1° talc, 2° gypse, 3° calcite, 4° fluorine, 5° apatite, 6° orthose, 7° quartz, 8° topaze, 9° corindon, 10° diamant. Remarquons qu'il n'y a pas proportionnalité entre la dureté de ces corps et le chiffre qui l'exprime; ainsi, par exemple, il y a beaucoup plus de différence entre la dureté du diamant et celle du corindon, qu'entre celle de l'apatite et celle de la fluorine.

Un corps quelconque pourrait donc être considéré comme un abrasif vis-à-vis des corps dont la dureté est exprimée par un chiffre moins élevé, puisqu'il est susceptible de les rayer, de les user¹.

Aussi la liste des corps capables d'être employés comme matière usante est-elle très grande! En fait, ceux qui présentent une réelle importance économique et qui servent aux usages de l'industrie, les seuls dont nous nous occuperons ici, sont en nombre très restreint.

Disons tout de suite que c'est principalement par leur dureté que les anciens abrasifs se distinguent des nouveaux. Tandis que les premiers (sauf l'émeri) ne dépassent pas une dureté de 7, les derniers jouissent d'une dureté de 9 et au-dessus (sauf l'acier broyé).

§ 2. — Les abrasifs anciens autres que l'émeri.

Les matières usantes anciennement connues peuvent être rangées en deux grandes classes : celle des abrasifs artificiels, et celle des abrasifs naturels.

La classe des *abrasifs artificiels* est la moins abondante et la moins importante; elle est représentée par le verre pilé, qui sert à la fabrication du papier de verre, et par le rouge d'Angleterre ou colcotar (Fe^2O^3).

Au contraire, la classe des *abrasifs naturels* compte de nombreux produits; nous la diviserons, par suite, en trois groupes basés sur leur composition chimique :

1° Les abrasifs siliceux, formés de silice pure non combinée;

2° Les abrasifs silicatés, formés de silice combinée à différentes bases;

3° Les abrasifs alumineux, où l'élément efficient comme abrasif est l'alumine pure.

1° Les *abrasifs siliceux* appartiennent tous à la famille du quartz; ils sont composés exclusivement de silice; leur dureté est de 7. Ce sont :

a) Le *quartz filonien*, qui, broyé et pulvérisé, est employé au polissage du bois et des pierres; on en fait aussi du papier dit « papier de verre »;

b) Les *sables quartzeux* servent aux mêmes usages. On les trouve, en particulier, à différents étages de l'Eocène et de l'Oligocène du bassin de Paris;

c) Consolidés, ils constituent le *grès*, que l'on emploie généralement en meules dans de multiples applications. C'est le grès de Fontainebleau, résultant de la cimentation de sables d'âge stampien, qui forme la plupart des pavés de Paris. A leur sortie de la carrière, ces pavés sont pleins de cohésion et le marteau les attaque difficilement. Mais quand, une fois polis et usés par le roulage et les coups répétés, ils sont mis au rebut, il suffit d'un seul coup de marteau bien appliqué pour les désagréger complètement et les faire tomber en une fine poussière, qui constitue un excellent abrasif;

d) Les *silex*, concrétions qui se trouvent en

¹ V. dans cette Revue (30 janvier 1905) F. OSMOND et G. CARTAUD : Les enseignements scientifiques du polissage, p. 51 et suivantes. Les plaques minces, employées pour l'étude micrographique des roches, permettent d'observer quelques-uns des phénomènes décrits. Les minéraux y présentent parfois des rayures périodiques, remarquablement nettes et fortuitement produites par la matière usante. Je les ai constatées surtout dans les plages de quartz.

abondance dans les assises crétacées et, en particulier, dans celles du bassin de Paris. On les broie et les emploie aux mêmes usages que les sables ;

e) Les *meulières*, provenant de la décalcification de calcaires siliceux, servent comme meules pour la mouture ;

f) Nous pouvons adjoindre à cette liste le *tripoli*, opale pulvérulente, d'origine chimique ou organique (diatomées, radiolaires, spongiaires, etc.) ; sa dureté est moindre que celle des produits précédents.

2° Les *abrasifs silicatés* comprennent une roche, la *Pierre ponce*, résultant de la consolidation de laves volcaniques acides dans des conditions particulières, et un minéral, le *grenat almandin*. Ce dernier est parfois un élément constituant des roches éruptives, mais le plus souvent on le rencontre dans les *schistes cristallins*. En particulier en Espagne, à Hoyazo, près du cap de Gate, des sables grenatifères sont assez activement exploités ; ils proviennent du démantèlement d'une andésite ayant digéré des gneiss à grenat. On rencontre des sables semblables en Bretagne. Ces sables ne contiennent pas seulement du grenat, mais encore une certaine quantité de magnétite, du spinelle, un peu de corindon, etc., minéraux lourds et durs qui se sont concentrés avec lui. Comme la dureté du grenat est élevée et varie de 6,5 à 7,5, il est très employé pour la contrefaçon des meules d'émeri, mais il est loin de les valoir ; cependant, sa fracture généralement irrégulière augmente son rendement, ainsi que nous le verrons plus loin. Le papier de grenat est très employé dans la cordonnerie ; un des meilleurs grenats provient de la Caroline du Nord¹.

3° Le groupe des *abrasifs alumineux* est uniquement constitué par l'*éméri*.

§ 3. — L'Émeri.

Sans nous éloigner de notre point de vue, nous nous arrêterons plus longuement sur ce corps. En effet, à cause de la prépondérance qu'il a longtemps exercée et qu'il exerce encore sur le marché, il se trouve être le principal concurrent des nouveaux abrasifs².

L'émeri est une roche de couleur gris de fer, généralement rubanée, mais parfois massive, essentiellement composée d'un agrégat, finement grenu ou compact, de corindon (Al_2O_3) et d'oxydes de fer (magnétite et hématite).

C'est l'île de Naxos, dans l'Archipel grec, qui fournit, sinon la plus grande quantité, du moins la meilleure qualité d'émeri. Ses gisements étaient déjà connus dans l'Antiquité ; ils se trouvent en masses lenticulaires allongées, de 5 à 50 mètres d'épaisseur, dans un calcaire saccharoïde, au milieu de schistes cristallins. Nous discuterons leur mode de formation plus loin, quand nous examinerons la géologie du corindon.

La densité des échantillons oscille de 3,64 à 4,07 ; il est impossible de baser sur elle un indice de leur pureté.

Les grains de corindon sont généralement anguleux et, dans de nombreux gisements, ils sont partiellement colorés en bleu. Leur grosseur varie de 0^{mm},05 à 0^{mm},52. A côté de la magnétite et de l'hématite, qui, avec le corindon, constituent ses éléments essentiels, l'émeri contient encore de nombreux éléments accessoires. Parmi ceux-ci, les minéraux les plus abondants sont la tourmaline et la margarite, souvent visibles à l'œil nu, le chloritoïde et la muscovite ; le diaspore, le disthène, la staurotite, la biotite et le rutile ne s'y présentent qu'en petites quantités ; le pléonaste, l'idocrase et la pyrite sont encore moins fréquents.

A cause de la finesse de ses différents constituants, on ne fait pas subir à la roche de séparation mécanique. Elle est simplement broyée, pulvérisée, et, par tamisage, classée en grains de différentes grosseurs. On prépare aussi une poudre plus fine, appelée « potée d'émeri ». Cette dernière opération s'appelle le « minutage ». Elle consiste à brasser vigoureusement la matière dans une cuve remplie d'eau et à l'abandonner ensuite au repos ; au bout de cinq minutes, de dix minutes, de quinze minutes, etc., on recueille la poudre déposée, qui est ainsi de plus en plus fine, et on obtient ce que l'on appelle l'émeri cinq minutes, l'émeri dix minutes, l'émeri quinze minutes, etc. Cette manœuvre est très délicate et exige une très grande habileté pour ne pas mélanger les particules de diverses grandeurs. L'ouvrier parisien a acquis à l'émeri préparé à Paris une grande réputation. L'émeri est livré au commerce sous forme de grains, poudre, de meules et d'enduits de papier ou de toile.

C'est uniquement la présence du corindon qui donne à l'émeri sa capacité abrasive ; c'est pour cela que nous l'avons classé comme abrasif alumineux, malgré la présence d'autres minéraux. La magnétite et l'hématite, qui forment la grande masse de ces derniers, ont une dureté de 5,5 à 6,5, par conséquent très inférieure à celle du corindon, qui, nous l'avons vu, est de 9 ; le minéral le plus dur qui s'y présente en quantité notable est la tourmaline, qui n'atteint que 7,5. Dans le travail,

¹ Voir J.-H. PRATT : The production of abrasive materials in 1901. U. S. Geological Survey, Washington, 1902, p. 34.

² En outre, rien n'a été publié en France sur l'émeri depuis de nombreuses années. Pour ce qui concerne la minéralogie et la géologie de cette roche, ainsi que la bibliographie du sujet, voir G. TSCHERMAK : Ueber den Smirgel von Naxos. *Tschermak's mineralogische und petrographische Mitteilungen*, t. XIV, p. 310, Vienne, 1894.

ces matières neutres, incapables d'un effet utile, ne servent qu'à échauffer et à encrasser; de plus, enrobant plus ou moins les grains de corindon, elles les empêchent d'agir avec toute leur efficacité. Pour cette raison cependant, la meule d'émeri, plus élastique, sera, dans quelques cas, préférée à la meule de corindon, trop brutale. Dans quelques cas aussi, on utilisera la propriété des meules d'émeri d'être très résistantes, pour associer cet abrasif au corindon; en mariant ainsi leurs qualités, on obtiendra des meules très résistantes et très coupantes.

L'effet utile d'un émeri étant donc fonction de la quantité plus ou moins importante de corindon qu'il contient, il est nécessaire, pour apprécier les qualités d'un tel abrasif, de connaître sa teneur en ce minéral.

Nous reproduisons ci-dessous, d'après Tschermak¹, les analyses chimiques de deux émeris de Naxos, tous deux très riches en corindon; celui de Kremno a une densité de 3,71 et celui de Renidi de 3,98.

	KREMNO	RENIDI
SiO ²	5,64	5,45
B ² O ³	1,15	0,88
Al ² O ³	57,67	56,52
Fe ² O ³	33,36	34,65
MgO	0,83	0,43
CaO	0,43	0,90
Na ² O	Traces.	0,60
K ² O	0,31	0,40
Ti ² O	Traces.	Traces.
CO ²	"	Traces.
Perte au feu	0,70	0,42
	100,09	100,25

Leur composition minéralogique est la suivante :

	KREMNO	RENIDI
Corindon	52,4	50
Magnétite	32,1	33
Tourmaline	11,5	9
Chloritoïde	"	4
Muscovite	2,0	3
Margarite	2,0	"
Calcite	"	1
	100,0	100

(La totalité des oxydes de fer a été calculée comme magnétite).

Ces chiffres de 52,4 % et de 50 % en corindon sont très élevés et ne sont obtenus que dans des échantillons d'excellente qualité. La teneur moyenne des émeris que l'on trouve dans le commerce varie de 30 % à 40 %.

Il est bon de remarquer que le pourcentage en corindon d'un émeri ne résulte pas de la lecture immédiate de son analyse chimique. En effet, le

chiffre porté en regard d'Al²O³ ne représente pas uniquement la quantité de corindon que contient la roche, mais aussi la part d'alumine qui entre dans la composition des divers silicates complexes, tels que tourmaline, chloritoïde, muscovite, margarite, part qui ne peut pas être comptée comme matière abrasive. Pour apprécier cette teneur en corindon, il est nécessaire de passer, par le calcul, de la composition chimique totale à la composition minéralogique quantitative, ou bien d'avoir recours à un essai direct.

En résumé, la supériorité de l'abrasif « corindon » sur l'abrasif « émeri » réside dans les faits suivants : Dans l'abrasif « corindon », la totalité de la matière travaille et contribue à l'effet utile. Dans l'abrasif « émeri », le minéral corindon est le seul élément actif, les autres minéraux n'ayant d'autre rôle que celui de témoins inutiles et même gênants.

Le prix de l'émeri, à Paris, varie suivant les qualités, c'est-à-dire suivant la teneur en corindon, de 250 francs à 350 francs la tonne.

Les gisements de Naxos⁴ appartiennent au Gouvernement grec; ils sont exploités, mais très primitivement, par les habitants, qui en extraient annuellement 5.000 à 6.000 tonnes. Le prix de la tonne sur le quai de Syra, dans une île voisine, est fixé à 106 fr. 50, tandis que le prix de revient ne s'élève qu'à 53 fr. 20. Le bénéfice du Gouvernement grec comme vendeur est donc de 50 %. En 1903, où la production a été de 5.813 tonnes, le revenu, de ce fait, a été d'environ 300.000 francs, somme qui est employée à l'amortissement de la dette publique.

La Turquie d'Asie, dans les environs de Smyrne (Aidin) et de Kulah, a une production de 17.000 à 20.000 tonnes. Cet émeri, bien moins apprécié que celui de Naxos, est vendu par tonne de 70 à 100 francs à Smyrne, et de 50 à 100 francs à Kulah.

Les Etats-Unis⁵ extraient environ 4.000 tonnes d'émeri par an des mines de Chester (Massachusetts) et de celles de Peekskill (New-York). Leur production pourrait être facilement augmentée sans la concurrence des bas prix des émeris de Turquie et de Naxos, qui arrivent dans les ports comme lest. L'importation annuelle atteint de ce fait le chiffre de 12.000 tonnes.

On trouve encore de l'émeri³ à Jersey, en Italie (Parme), en Espagne (Ronda), en Saxe, au Pérou, aux Indes et dans de nombreux autres points; mais ces gisements sont peu ou pas exploités.

¹ J.-H. PRATT : *Loco citato*, p. 47.

² *The Engineering and Mining Journal*, New-York, february 16, 1905, p. 347.

³ J.-H. PRATT : *Loco citato*, p. 51.

⁴ FUCHS et DE LAUNAY : *Traité des gites minéraux et métallifères*, t. I, p. 601 et suivantes, Paris, 1893.

⁵ *Loco citato*, p. 325 et suivantes.

III. — LE CORINDON¹

§ 1. Ses propriétés abrasives.

Sous forme de pierre précieuse ou de minéral non transparent, l'alumine cristallisée est connue aux Indes depuis la plus haute antiquité. Elle était désignée sous le nom de « Korund », terme sanscrit dont nous avons fait le mot corindon. Les gisements de Cachemire, pour le saphir², ceux du Siam, de Ceylan et surtout ceux de Birmanie, pour le rubis, sont les plus célèbres. C'est en particulier de ces derniers qu'on tire ces pierres de couleur « sang de pigeon », dont la valeur est très supérieure à celle des plus beaux diamants de même poids.

Au corindon, les Hindous attachent encore de nos jours de précieuses vertus surnaturelles ou médicales. D'après eux, certains rubis influent sur la vie, la mort, la richesse, le bonheur de leur possesseur, tandis que le saphir le délivre de ses mauvaises passions; par contre, les variétés communes agissent plus prosaïquement comme fébrifuge et contre les hémorragies.

Mais ce n'est pas dans cet esprit que nous l'étudierons ici. Nous nous bornerons à examiner, parmi toutes, celles de ses propriétés qui ont de l'importance au point de vue abrasif.

Dans la nature, le corindon se présente en cristaux dont les dimensions varient depuis celles que nous avons vues au corindon microscopique de l'émeri jusqu'à une longueur de 20 centimètres; il se trouve aussi en masses cristallisées sans formes extérieures propres, dont le poids atteint parfois 700 kilogs.

Sans insister sur ses propriétés cristallographiques et optiques, rappelons seulement qu'il cristallise dans le système rhomboédrique en donnant des formes généralement allongées suivant l'axe ternaire, tandis que la plupart des cristaux de reproduction artificielle sont tabulaires et aplatis perpendiculairement à cet axe. Notons encore que son indice de réfraction assez élevé, $n_D = 1,7676$ (saphir), le met en bonne place parmi les pierres précieuses.

Le corindon est de l'alumine pure cristallisée;

dans ses variétés hyaline et incolores, il répond à la formule Al_2O_3 . Il est rarement aussi pur et il contient presque toujours de la silice, de l'oxyde de fer et de l'eau, impuretés qui agissent soit sur la dureté du minéral, soit sur sa qualité en tant que produit commercial.

La teneur en eau a une action directe sur la dureté du minéral; plus ce dernier est anhydre, plus il est dur. En fait, presque tous les corindons, sauf les cristaux transparents, contiennent de l'eau³, dont la quantité varie depuis une trace jusqu'à 2 %.

La silice provient de ce que, si le corindon offre une très grande résistance aux agents chimiques des laboratoires, il est au contraire, dans la nature, très facilement altéré en de nombreux minéraux silicatés, auxquels il fournit de l'alumine². Dans le traitement industriel, ces minéraux, en général plus légers que le corindon, qui a une densité de 3,95 à 4,1, se séparent facilement de lui après broyage.

Il n'en va pas de même de l'oxyde de fer, sous la forme de magnétite et d'hématite, dont la densité est voisine de 5, et qui se trouvent en général associées au corindon dans la roche mère elle-même. On n'arrive, par suite, que très difficilement à en débarrasser le produit commercial, qui en contient toujours une petite quantité.

Quand elle existe, la coloration des cristaux de corindon est due à des traces d'impuretés diverses, qui n'ont aucune influence sur la dureté du minéral; en particulier, la couleur du rubis et du saphir est causée par de très petites quantités de chrome ou de fer.

Si la dureté est la première qualité d'un abrasif, elle n'est cependant pas la seule; il faut encore qu'en s'usant les grains de l'abrasif conservent toujours des angles vifs. S'il en était autrement, le grain, au bout de quelques instants de travail, ne présenterait à la pièce qu'une surface mousse, inapte à y produire un effet abrasif. C'est ce qui se passe pour les matières qui ne possèdent pas de plans de clivage³. Au contraire, dans les matières qui offrent des plans de clivage, la pointe usée sera remplacée par une ou plusieurs pointes, ou plutôt arêtes, dites « arêtes coupantes » nouvelles, suivant que la fracture du grain se sera effectuée suivant un seul ou plusieurs plans différents. Toutefois, ces clivages ne doivent pas être trop faciles, sinon le grain se désagrègera trop vite et tombera rapidement en poussière.

Le corindon est privilégié à ce point de vue; il

¹ Pour tout ce qui est relatif au corindon, nous avons principalement eu recours aux ouvrages suivants :

W.-G. MILLER : Report of the Bureau of mines, Toronto, années 1898 et suivantes.

J.-H. PRATT : The occurrence and distribution of corundum in the United States. *U. S. Geological Survey*, Washington, 1901.

² Nous verrons plus loin que le rubis, le saphir, l'émeraude orientale, la topaze orientale, etc., sont des pierres précieuses très différentes, il est vrai, comme couleur, comme prix, mais qui toutes possèdent une même composition chimique, celle du corindon; c'est de l'alumine pure cristallisée.

³ Cette eau est due à la présence d'hydrates d'alumine.

² A. LACROIX : Minéralogie de la France et de ses colonies, t. III, p. 240, Paris, 1901.

³ Il faut en excepter quelques corps qui, comme le grenat, ont une cassure conchoïdale ou très irrégulière, qui permet la régénération de pointes actives.

présente non pas des plans de clivage, mais des plans de moindre résistance, dits plans de séparation, suivant la face perpendiculaire à l'axe ternaire a' (111) et suivant les côtés du rhomboèdre primitif p (100); les plans de séparation se distinguent des plans de clivage en ce qu'ils ne se produisent pas en nombre illimité comme ces derniers.

Cette précieuse propriété ne se constate pas à un même degré dans tous les échantillons de corindon de provenances diverses. Chez quelques-uns, ces plans de séparation n'existent qu'en trop petit nombre, tandis que dans d'autres, au contraire, ils sont trop multipliés et provoquent une usure trop rapide de la matière. C'est ce qui se produit, par exemple, dans un certain corindon blanc que l'on trouve en Géorgie et qui possède des plans de séparation si rapprochés et si développés, que, quand on l'écrase, il se réduit presque complètement en poudre. De ce fait, tous les corindons ne sont donc pas propres à fournir une matière abrasive de bonne qualité.

Notons, en passant, que la dureté, résistance à l'usure, est indépendante de la résistance au choc, ou fragilité. Le diamant, le plus dur de tous les minéraux, se brise très facilement sous l'action, même légère, du marteau. Un bon abrasif ne devra pas être trop fragile, sinon il se cassera quand il viendra au contact de la pièce à travailler; par contre, s'il n'est pas assez fragile, il la martèlera.

Les corindons subissent d'une façon très variable l'action de la chaleur. La plupart peuvent être employés pour la confection des meules dites céramiques, si les oxydes de fer et les silicates qui les accompagnent ont été suffisamment éliminés; sinon, à la faveur de la haute température et de l'agglomérant qui contient aussi de la silice, il se formera des silicates facilement fusibles, qui s'opposeront à une bonne fabrication. D'autres corindons, eux, une fois chauffés, possèdent le défaut de se réduire en poussière.

En définitive, nous constatons que les diverses qualités que nous venons de reconnaître nécessaires pour un corindon apte à être employé comme abrasif sont impossibles à apprécier à la lecture d'une analyse chimique ou à la suite d'un examen microscopique. Pour déterminer les qualités coupantes d'un corindon, il est nécessaire d'en construire une meule et de se livrer sur elle à un essai direct.

§ 2. — Géologie du corindon.

Jusqu'à ces dernières années, le corindon était considéré comme un minéral peu répandu dans l'écorce terrestre, en dehors des quelques points où on le connaissait comme élément de l'émeri. Depuis peu, les études des pétrographes se sont par-

ticulièrement portées sur les roches éruptives à corindon, et en ont montré la grande diffusion; à la suite de ces recherches, la liste des gisements connus s'enrichit, tous les ans, de localités nouvelles.

C'est précisément à la même époque que le corindon a été recherché comme abrasif. Il est intéressant de noter le développement de cette application industrielle, suivant sans retard les premiers travaux purement scientifiques des géologues, s'en inspirant dans ses recherches et fournissant, par la découverte d'affleurements ou par l'ouverture d'importantes carrières, de nouveaux matériaux pour des études théoriques, dans des conditions d'observation particulièrement favorables.

Le corindon se rencontre dans quatre sortes de gisements: dans les roches éruptives (intrusives ou volcaniques), dans les roches sédimentaires modifiées par les précédentes, dans les schistes cristallins et, enfin, dans les alluvions qui résultent du démantèlement par les eaux de tous les gisements précédents.

1. *Dans les roches éruptives.* — C'est Morozewicz¹ qui, un des premiers, a montré que, dans les roches éruptives, l'alumine joue un rôle de tous points semblable à celui de la silice.

La plupart des roches éruptives fondues ou magmas contiennent dans leur composition de l'alumine et de la silice: partant de ce point de vue, Morozewicz a classé ces magmas aluminosilicatés en deux groupes à développements parallèles, subdivisés eux-mêmes en trois types:

Groupe A :

- 1) Magma sursaturé d'alumine.
- 2) — saturé d'alumine.
- 3) — non saturé d'alumine.

Groupe B :

- 1) Magma sursaturé de silice.
- 2) — saturé de silice.
- 3) — non saturé de silice.

Quand, dans le magma, la silice se trouve en excès, la roche qui résulte de sa consolidation, si elle est holocristalline, renferme du quartz; de même, quand le magma est sursaturé d'alumine, cette dernière, lors de la solidification, peut se séparer en corindon. Ainsi le granite et la syénite à corindon sont l'un et l'autre des magmas aluminosilicatés saturés, le premier par la silice, le second par l'alumine. Les deux roches diffèrent entre elles en ce que le quartz de l'une est remplacé dans l'autre par du corindon.

¹ Voir J. MOROZEWICZ : Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale in Magma. *Tschermak's Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, p. 202 et suivantes, t. XVIII, p. 219, Vienne, 1898; et aussi W.-G. MILLER et J.-H. PRATT : *Loco citato*, passim.

Dans la Nature, on rencontre beaucoup plus de magmas sursaturés de silice que de magmas sursaturés d'alumine. Aussi, les rares roches à corindon connues autrefois passaient-elles pour des exceptions; les anciennes classifications n'en tenaient pas compte.

Aujourd'hui, il n'en est plus de même, et l'on connaît, dans le groupe sursaturé d'alumine, de nombreuses roches éruptives de profondeur correspondant à la famille des roches quartzifères; par contre, la plupart des équivalents des roches volcaniques restent encore à découvrir.

M. Morozewicz a encore subdivisé ces roches à magma alumino-silicaté sursaturé d'alumine, que nous considérons ici, en deux parties, suivant que le corindon y est associé à un feldspath alcalin ou à un feldspath calcosodique. Ces roches, dont un grand nombre de gisements sont connus en Russie, au Canada, aux Indes, etc., se rangent donc en :

a) Corindon + feldspath alcalin = syénites à corindon;

b) Corindon + feldspath calcosodique = anorthosites à corindon.

Quand aux éléments de a) vient s'ajouter la néphéline, nous avons les syénites néphéliniques à corindon.

a) *Syénites à Corindon*. — Dans l'Oural, ces roches se rencontrent en gros filons ou en amas dans le gneiss, le granite et la syénite.

Leur structure est parfois à très gros éléments; le corindon, en cristaux bleus qui atteignent jusqu'à 10 centimètres de longueur et 1 centimètre d'épaisseur, est entouré complètement par le feldspath orthose, auquel il est, par suite, nettement antérieur. C'est la *pegmatite à corindon*, absolument comparable à la *pegmatite* proprement dite, où le quartz est englobé par l'élément feldspathique. La quantité de corindon y atteint 35,40 %; on n'y constate que très peu d'éléments accessoires.

A côté de ces roches, il en existe d'autres à éléments beaucoup plus petits, à structure grenue, qui sont constitués par du corindon, en cristaux d'un centimètre et plus, et de l'orthose microperthitique, accompagnés plus ou moins abondamment de mica noir. Ce sont les *syénites à corindon* proprement dites, ayant comme équivalents, dans la série quartzifère, les granites ordinaires. Elles contiennent 18,55 % de corindon (Nikolskaja Ssopka).

Des roches semblables sont connues aux Indes et au Canada (Ontario). Dans cette dernière région, il s'y ajoute souvent de la hornblende et de la magnétite, et de la muscovite et de l'apatite; de plus, il y a passage graduel de la syénite à corindon à une syénite néphélinique, qui elle-même contient parfois du corindon, mais en moindre quantité que la roche précédente.

b) *Anorthosites à corindon*. — A une roche de l'Oural, anciennement connue et décrite par Rose, M. Morozewicz a donné le nom de *kyschtymite*. Elle est composée d'un mélange grenu de petits cristaux automorphes de corindon, de 2 à 3 millimètres de longueur, et d'une masse grisâtre qui a été reconnue pour être le feldspath anorthite¹, sur laquelle on distingue des paillettes de biotite. C'est une anorthosite à corindon, dont la teneur en ce dernier minéral est de 47,51 %. Elle se trouve en filons ou en amas entre le granite et la serpentine.

Une roche composée de corindon et de feldspath oligoclase forme un filon dans la péridotite du Spanish Peak (Californie). On lui a donné le nom de *plumasite*². Elle contient 16 % de corindon en cristaux ayant jusqu'à 5 centimètres de plus grande dimension. Une roche semblable, formant un filon épais, existe à Mosso Santa Maria (Piémont) et a été autrefois exploitée.

En dehors des roches précédentes, dont il constitue un élément essentiel et très abondant, le corindon est connu comme élément accessoire d'un certain nombre de roches. C'est en particulier le granite qui est le gisement des célèbres saphirs du Cachemire.

Il nous faut encore considérer les gisements de corindon qui se trouvent non dans des roches plus ou moins acides, comme les précédentes, mais dans des roches aussi basiques que les péridotites.

Dans la Caroline du Nord, où ce genre de gisement a été et est encore plus ou moins activement exploité, la péridotite dominante est une dunite, parfois altérée en serpentine. Elle est en contact avec un gneiss amphibolique. Le corindon n'est pas un de ses minéraux accessoires; il est concentré au contact de la péridotite et du gneiss, et il en est séparé par une série de zones intermédiaires d'altération (chlorite, enstatite, etc.).

M. J.-H. Pratt³ est d'avis que ce corindon s'est formé par « différenciation magmatique ». D'après lui, il était contenu dans une solution de la masse fondue de la péridotite, au moment où cette roche a fait intrusion dans les roches déjà existantes; il a été un des premiers à se séparer le long de la bordure extérieure, là où la masse a commencé à se refroidir; des courants de convection tendaient à amener dans cette zone de nouveaux matériaux qui contribuaient à son enrichissement en corindon.

Une semblable hypothèse peut être invoquée pour la présence du corindon (comme aux États-

¹ G. Rose avait en 1842 attribué ce minéral à une espèce nouvelle, qu'il avait nommée Barsowite. M. Max Bauer en a montré l'identité avec le feldspath calcique.

² Voir A. Lacroix : A propos de la *plumasite*, roche à corindon. *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, p. 147, Paris, 1903.

³ *Loco citato*, p. 16 et suivantes, 1901.

Unis) dans la harzburgite, dans la serpentine, dans la norite, et pour les gisements d'émeri de Chester dans le Massachussets⁴.

Au lieu de cette hypothèse de la différenciation, que nombre d'esprits se refusent à admettre, ne serait-il pas plus simple, pour expliquer au moins quelques-uns des cas précédents, d'adopter les idées françaises sur le métamorphisme des roches et de les ramener par suite au mode de gisement suivant?

2. *Dans les roches métamorphisées par les roches éruptives.* — Les pétrographes français pensent que les magmas sont composés de deux parties; l'une qui, en se solidifiant, constitue la roche éruptive; l'autre, formée d'éléments minéralisateurs, qui exercent sur les roches voisines ce que l'on a appelé les phénomènes de métamorphisme exomorphe.

Le corindon, indubitablement ainsi formé, existe dans nombre de roches métamorphisées, en général en petits cristaux, où il faut voir l'apport et l'influence de fumerolles sur les matériaux préexistants dans la roche sédimentaire. Il n'est pas plus difficile d'admettre que, grâce à l'arrivée de minéralisateurs et à leur action sur des sédiments riches en alumine, le corindon ait pu se former en plus grande quantité. On constate un phénomène du même

⁴ Nous donnons ci-dessous quelques analyses de roches éruptives à corindon; nous les accompagnons de la teneur en ce minéral :

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
SiO ² . . .	52,34	40,06	22,52	16,80	47,32
Al ² O ³ . . .	16,05	13,65	16,51	13,89	30,36
Fe ² O ³ . . .	0,45	0,35	2,20	0,76	1,35
FeO . . .	"	"	"	"	1,55
MgO . . .	0,16	0,15	1,34	0,61	2,44
CaO . . .	0,20	0,30	6,64	7,26	15,45
Na ² O . . .	4,77	3,71	1,00	0,38	1,88
K ² O . . .	6,58	5,20	0,58	0,13	0,66
H ² O . . .	0,10	0,46	1,58	0,76	0,10
CO ² . . .	"	"	"	"	0,58
Corindon . . .	18,55	35,40	47,51	59,51	"
	99,50	99,28	99,88	100,10	101,69

(a) Syénite à corindon, Nikolskaja Sspoka (Persalane, Indare, Uralase, Uralose). D'après MOROZEWICZ, *loco citato*, p. 219.

(b) Syénite à corindon, Pegmatite, Monts Ilmen (Persalane, Indare, Uralase, Uralose). D'après MOROZEWICZ, *id.*

(c) Anorthosite à corindon, Kyschtymite, Borsowka (Persalane, Siberare, Borsowase, Borsovose). D'après MOROZEWICZ, *loco citato*, p. 212.

(d) Anorthosite à corindon, Kyschtymite, Borsowka (Persalane, Siberare, Kyschtymase, Subrang?). D'après MOROZEWICZ, *id.*

(e) Anorthosite à corindon, Ontario (Persalane, Canadare, Canadase, Subrang?) D'après W.-G. MILLER, *Rapp. Bur. Mines*, Toronto, 1899, p. 227.

Ces analyses ont été prises dans l'ouvrage de H. S. Washington : *Chemical Analyses of Igneous Rocks*, U. S. Geological Survey, Washington, 1903. Les termes entre parenthèses indiquent les noms de ces roches d'après la nouvelle classification chimique américaine quantitative.

ordre dans la formation des roches à axinite (limurite) dans certains contacts du granit.

Quoi qu'il en soit, nous nous bornerons, sans prendre parti, à enregistrer ces deux hypothèses.

3. *Dans les schistes cristallins.* — Le corindon a été trouvé fréquemment dans ce mode de gisement; on l'a rencontré dans le gneiss, le micaschiste, dans les cipolins (émeri), et aussi associé au disthène, mais en quantités très variables. Tandis que, dans ce dernier gisement, dans le Connecticut, il existe en masses pesant parfois 700 kilogs, il constitue dans les cipolins de Birmanie, à Ceylan et au Siam, les rubis et les saphirs si rares, mais si recherchés.

Il est bien difficile d'émettre une hypothèse plausible quant à la genèse de ce minéral dans ces schistes cristallins.

Bien souvent, dans le voisinage de ces roches, on a constaté la présence de roches éruptives dont le corindon peut, par suite, être un produit de métamorphisme.

Parfois, comme à Naxos pour l'émeri, l'absence de roche éruptive dans le voisinage et la forme des gisements empêchent de faire cette supposition. On peut admettre alors que le corindon provient de la transformation, sous l'action du métamorphisme général, de couches de bauxite ou alumine hydratée, qui se forme comme produit de décomposition des roches feldspathiques dans certains cas où cette décomposition n'a pas lieu par formation de silicate d'alumine ou kaolinisation.

4. *Dans les alluvions.* — Les gisements dont il a été question dans les trois catégories précédentes se désagrègent sous l'influence des actions atmosphériques, et leurs éléments subissent des sorts divers. Le corindon, à cause de sa dureté élevée et de sa grande résistance aux agents chimiques, résiste à l'usure et à la décomposition; il se retrouve dans les alluvions, où souvent il se concentre, grâce à sa densité élevée, dans des parties plus riches.

Ce sont ces alluvions qui sont exploitées surtout pour l'extraction des pierres précieuses. Il est préférable de chercher à les retirer de gisements secondaires que de la roche mère elle-même. En effet, en plus des difficultés particulières dues à la ténacité de la roche, que cette recherche peut présenter, l'éclatement des mines et le broyage des blocs détériorent considérablement les minéraux précieux.

§ 3. — L'industrie du corindon. Gisements du Canada⁴.

Pour nous rendre compte du détail de la nature des gisements de corindon, de leur mode d'explo-

⁴ Voir W.-G. MILLER : *Loco citato*, passim.

tation, et des méthodes de traitement de la roche extraite, nous ne saurions mieux faire que d'examiner l'état de cette industrie au Canada. C'est, en effet, ce pays qui possède les gisements de la plus grande importance économique, puisqu'à eux seuls

Ces roches à corindon sont ou des syénites ou des syénites néphéliniques. On constate que, le long d'un même affleurement, elles passent insensiblement de l'une à l'autre, ou à une syénite néphélinique totalement dépourvue de corindon.



Fig. 1. — Vue générale des carrières de la Canada Corundum Company à Craigmont (Ontario).

ils fournissent la presque totalité du minéral produit sur le marché; en outre, leur exploitation ne datant que de ces tout dernières années, les usines qui traitent le produit sont celles qui ont reçu les derniers perfectionnements.

Le corindon est connu au Canada surtout dans l'Est de l'état d'Ontario, au nord du lac du même nom. Les affleurements se répartissent géographiquement sur trois bandes distinctes, dont celle du nord, la plus importante, s'étend sur une longueur de 110 kilomètres et une largeur de 3 kilomètres dans les comtés de Haliburton, de Hastings et de Renfrew.

Ces affleurements sont constitués par des dikes ou des petits massifs de roches éruptives, qui traversent le gneiss amphibolique d'âge primitif (laurentien) qui forme la roche dominante de la région.

Cette remarque est d'un intérêt considérable pour la recherche des gisements exploitables; en effet, elle permet, dans la prospection, d'éliminer les filons de granit et de syénite non néphélinique qui recoupent aussi les gneiss et qui ne renferment jamais de matière utile¹. En général,

c'est dans la syénite proprement dite que le corindon se trouve en plus grande abondance, et, quand cette roche passe à la syénite néphélinique, la proportion de corindon diminue proportionnellement à la quantité de néphéline. Cette règle n'est cependant pas absolue.

La « Canada Corundum Company, L^d » exploite des gisements considérables



Fig. 2. — Détail d'une carrière à Craigmont (Ontario).

dans la commune de Raglan, comté d'Hastings.

¹ Notons qu'on a constaté en certains points la présence d'anorthosites à corindon; jusqu'ici, elles n'ont pas été exploitées.

La roche traitée, dont nous avons eu des échantillons entre les mains, est une syénite à très gros grains, contenant en moyenne 15 % de corindon. Ce minéral est accompagné du feldspath potassique microcline et d'une grande quantité de feldspath calcosodique, qui rend la roche moins acide que les syénites ordinaires et tend à la faire passer à une syénite basique ou monzonite. Les éléments accessoires sont le mica blanc muscovite et la magnétite; celle-ci est particulièrement abondante.

Il n'est pas rare que les cristaux de corindon atteignent des dimensions de 1 à 2 décimètres cubes; les feldspaths qui les englobent prennent une taille correspondante et la roche est une véritable pegmatite à énormes éléments, absolument comparable, comme nous l'avons vu plus haut, aux pegmatites répandues où le quartz est entouré par le feldspath.

Parfois la roche contient aussi de la biotite, de l'apatite et de la hornblende.

Les filons se poursuivent sur de grandes dis-

tances, parfois plus de 20 kilomètres, avec une épaisseur d'une centaine de mètres. Tel des gisements appartenant à la concession de la Canada

Corundum Company, celui de la York Branch, a été reconnu sur une longueur de 1.500 mètres; il possède une largeur de 80 à 100 mètres. Notons que ce gisement est constitué par une syénite néphélinique très riche en corindon, ce qui est une exception, comme nous l'avons vu antérieurement.

Le gisement actuellement exploité (Craig Mine) est un filon qui a une direction E. O. et est plaqué sur le flanc d'une colline de 1.500 mètres de longueur et de 120 mètres de hauteur (fig. 1), qui a sensiblement la même pente que lui. Au bas de la colline, il a 30 mètres d'épaisseur, tandis qu'à la partie supérieure, érodé par les actions glaciaires, qui se

sont exercées très intenses dans la région, il n'a plus que 10 à 12 mètres.

Les exploitations se font à ciel ouvert par des carrières (fig. 2), dont quelques-unes ont une profondeur horizontale de 21 mètres et une hauteur de 18 mètres. La roche, abattue à la mine en grandes masses, et éclatée ensuite à la dynamite en morceaux maniables à la

main, est chargée dans des wagonnets, et transportée, sur une voie de niveau (fig. 3), à l'usine, qui se trouve à peu de distance.



Fig. 3. — Arrivée du minéral à la partie supérieure de l'usine à Cragmont (Ontario).



Fig. 4. — Vue générale de l'usine à Cragmont (Ontario). — La roche brute entre à la partie supérieure de l'usine, et le corindon ressort à la partie inférieure sous la forme de produit commercial.

L'usine est placée sur le flanc de la colline (fig. 4).

Le minerai brut entre à la partie supérieure et ressort à la partie inférieure sous forme de produit commercial.

A la sortie des wagonnets, arrivant de la carrière, le minerai est jeté dans une trémie d'une contenance de 450 tonnes; il tombe de là dans un gros broyeur Blacke de 60×37 centimètres, puis est envoyé dans trois autres broyeurs Blacke de 22×37 centimètres, qui le réduisent en morceaux de 2 à 3 centimètres cubes. Ces morceaux sont écrasés par six paires de rouleaux Overstrom de 40×100 centimètres. Les opérations précédentes constituent le broyage; les opérations suivantes sont des opérations de classement et de séparation.

A la sortie des rouleaux, le minerai est envoyé dans deux séries de trommels à toiles de 3 millimètres.

Au-dessous, se trouvent seize tables Overstrom et Wilfley, où sont dirigées les parties les plus fines, et trois jigs, où l'on envoie les grains les plus gros. Les « têtes » et les « milieux » des jigs sont rebroyés et passent dans une nouvelle série de tables. Les « milieux » des tables passent dans cinq autres tables, et le corindon, séparé du feldspath, mais encore accompagné de magnétite, tombe dans sept fosses d'une capacité de 40 tonnes chacune.

Le minerai est ensuite séché dans un séchoir à tuyaux de vapeur. Il se rend, après, aux séparateurs magnétiques, qui enlèvent la magnétite. Il est divisé ensuite en vingt numéros de grains par des écrans présentant de 8 à 200 fils. Le produit est alors examiné au point de vue de la qualité; on considère qu'il ne doit pas contenir plus de 2 % d'impuretés. S'il en renferme davantage, on le fait passer sur des tables et dans des jigs Hooper pneumatiques.

Le corindon, après toutes ces opérations, est mis en sacs de 50 kilogs et ainsi livré au consommateur.

L'usine est capable de broyer quotidiennement 400 tonnes de minerai; les autres appareils ne sont susceptibles de traiter que la moitié de ce chiffre. Si besoin est, il sera facile de la parfaire en installant le supplément d'appareils, pour lesquels les bâtiments sont dès maintenant disposés. De ce fait, l'usine peut atteindre une production de 20 tonnes de corindon par jour.

Le corindon est transporté en bateau de l'usine à Barry's Bay, où il est chargé sur les wagons du Canada Atlantic Railway; de là, il est expédié directement sur les Etats-Unis, ou sur Montréal, port d'embarquement pour l'Europe.

§ 4. — Usages et emplois du corindon¹.

Comme abrasif, le corindon est employé à l'état de grains, de papier ou de toiles enduits, et d'agglomérés, qui sont généralement des meules. Disons seulement quelques mots sur ces dernières.

Les principales qualités que l'on cherche à obtenir dans une meule, c'est qu'elle soit à la fois résistante et coupante. C'est cette dernière condition qui est la plus importante; si la meule est coupante, elle travaille vite et la production de l'ouvrier qui l'utilise se trouve augmentée; la supériorité du corindon sur les anciens abrasifs est évidente à ce point de vue. La question de la résistance à l'usure de la meule ne vient qu'en seconde ligne; nous avons vu plus haut que, dans certains cas particuliers, on était ainsi amené à mélanger l'émeri au corindon. Mais cette considération de durée de la meule doit être primée par celle de la rapidité du travail; l'économie de main-d'œuvre paie rapidement la meule.

La fabrication a aussi une grande importance; il en existe de nombreux procédés. Suivant que la meule sera destinée à tel ou tel usage, on emploiera tel ou tel autre de ces procédés. Le procédé général consiste à mélanger le corindon avec un agglomérant; on donne au mélange la forme et les dimensions voulues, on le comprime et on le soumet à l'action de la chaleur. Suivant la température atteinte, on peut classer les meules en deux catégories :

1° Meules de fabrication ancienne, où la température est variable de 0 à 400°.

Les agglomérants peuvent être du caoutchouc, de la gomme laque, un ciment magnésien ou un silicate.

2° Meules de fabrication nouvelle où la température dépasse 400°.

Ce sont les meules céramiques ou vitrifiées. L'agglomérant est un kaolin; on mélange le corindon en grains à la pâte; on moule à la forme voulue et on sèche dans des fours. On solidifie ensuite par une cuisson à haute température dans des fours spéciaux.

La supériorité de cette dernière fabrication consiste en ce que les grains sont partiellement isolés et non complètement noyés dans l'agglomérant; leurs angles peuvent mordre; ils agissent un peu comme les dents d'une fraise. Ces meules sont aussi très poreuses, et l'agglomérant se réduit en poussière aussitôt qu'il est en contact avec la pièce à couper.

Nous avons vu qu'en dehors de ses usages abrasifs le corindon est très recherché pour la bijou-

¹ Voir W.-G. MILLER : *Loco citato*, passim; J.-H. PRATT : *Loco citato*, passim.

terie; ses diverses variétés hyalines constituent le rubis, le saphir, le saphir blanc, l'améthyste orientale, l'émeraude orientale, la topaze orientale, etc. Les rubis de petite dimension sont très employés en horlogerie où, à cause de leur dureté, ils servent de pivots de montre.

On a cherché à utiliser le corindon pour la fabrication de l'aluminium, dans le four électrique; mais son prix est trop supérieur à celui de la bauxite, minéral qui lui est, par suite, préféré, malgré la purification qu'on est obligé de lui faire subir.

Dans les alliages aluminium-cuivre et ferro-aluminium, on a essayé l'emploi du corindon, mais son usage a été abandonné.

Enfin, on tente depuis quelque temps de s'en servir en céramique, comme produit réfractaire.

§ 5. — Statistique.

Comme nous l'avons vu, la production industrielle du corindon a été, dans ces dernières années, limitée aux Etats-Unis, aux Indes Anglaises et au Canada.

Les statistiques officielles publiées par le Geological Survey des Etats-Unis, si précieuses à consulter généralement, ne donnent que l'indication totale de l'émeri et du corindon extraits de son territoire. Il est, paraît-il, assez difficile d'obtenir des chiffres dignes de foi, les producteurs se refusant à fournir des informations. Cependant, il n'y a eu aucune production de corindon en 1902, dans la North Carolina, qui en fournissait la plus grande partie, et la presque totalité des produits extraits était de l'émeri. Nous donnons la statistique des années 1897 et 1898 d'après le *Engineering and Mining Journal* de New-York (in Miller, *loco citato*, 1899).

En 1897	293 tonnes.
1898	786 —

Dans ces dernières années, la production a dû être presque nulle.

Aux Indes, la statistique du corindon ne doit pas non plus être très exacte. Le *Geological Survey* des Indes indique les chiffres suivants :

En 1896	450 tonnes.
1897	323 —
1898	380 —
1899	238 —
1900	69 —
1901	22 —
1903	Rien.

C'est au Canada que, dans ces dernières années, la production a été la plus élevée.

En 1901	351 tonnes.
1902	697 —
1903	1.170 —

IV. — ABRASIFS ARTIFICIELS¹.

§ 1. — Carborundum.

Le carborundum, découvert par Acheson, est un carbure de silicium contenant 32 % de carbone et 68 % de silicium. Il est obtenu au four électrique en cristaux enchevêtrés, tabulaires, d'assez petite taille (ne dépassant pas, en général, 1 centimètre de de plus grande dimension), mais brillants et très durs. Ces cristaux sont broyés, lessivés pour les débarrasser des impuretés, et classés en grains de différentes grosseurs.

Le carborundum a une dureté un peu inférieure à celle du diamant; aussi, dès le début, il fut employé par les lapidaires pour remplacer la poudre de ce minéral; depuis, son emploi s'est généralisé et étendu aux mêmes usages que les autres abrasifs.

Sa fabrication est concentrée, aux États-Unis, à l'usine de Niagara Falls, qui, dans ce but, emploie 3.000 chevaux. De 450 kilogs en 1892, sa production est montée à 1.698 tonnes en 1902. Le prix actuel est de 800 francs la tonne, pris sur place: Voici la production de cette usine dans ces dernières années.

En 1892	450 kilogs.
1893	6.800 —
1894	27.000 —
1895	101.000 —
1896	550.000 —
1897	570.000 —
1898	650.000 —
1899	800.000 —
1900	1.200.000 —
1901	1.760.000 —
1902	1.698.000 —

L'augmentation n'a pas été proportionnellement la même en 1902 que dans les années précédentes. Cela est dû, paraît-il, à une interruption dans la fourniture du courant électrique et au manque de matières premières, causé par la grève des mineurs de Pennsylvanie.

On fabrique aussi du carborundum en différents pays, notamment en France et en Autriche. La quantité produite, sans que nous possédions les chiffres exacts, est beaucoup moins forte qu'aux États-Unis.

Comme abrasif, on reproche au carborundum sa très grande fragilité; d'un bon rendement au début du travail, il se brise ou s'écrase très rapidement en une poudre très fine. De plus, ne possédant pas de plans de clivage, ses grains s'usent, paraît-il, sans régénérer d'arêtes coupantes, comme nous l'avons vu plus haut pour le corindon. La forme aplatie des cristaux placerait aussi les grains, dans les meules, dans de moins bonnes conditions de travail, puis-

¹ Voir J.-H. PRATT: The production of abrasive materials. U. S. Geological Survey, Washington, 1902 et 1903.

qu'une grande partie présentent à la pièce des surfaces planes.

La grande difficulté dans la fabrication du carborundum est de produire une matière uniforme; résultant d'opérations séparées, le produit ne possède pas toujours les mêmes propriétés abrasives, qui peuvent même varier parfois suivant les différents points du four. Cependant, après de nombreuses expériences, on serait arrivé, paraît-il, à obtenir un produit sensiblement homogène.

§ 2. — Corindon artificiel.

Le corindon artificiel a été obtenu pour la première fois par Gaudin en 1837. Depuis, de nombreux travaux ont été effectués sur ce sujet par Ehelmen, H. Sainte-Claire Deville et Baron, Feil et Frémy, et M. Verneuil; ces recherches ont eu surtout en vue la production des pierres précieuses ayant la composition de l'alumine; il ne nous appartient pas de les examiner ici. Nous nous bornerons à passer en revue les différentes tentatives industrielles qui se sont effectuées pour obtenir le corindon artificiel, en vue des usages abrasifs.

a) Une usine a été établie il y a peu d'années à Niagara Falls. Sa méthode de fabrication a été tenue secrète. On sait cependant qu'elle consiste à soumettre dans le four électrique la bauxite (alumine hydratée), provenant de la Géorgie et de l'Arkansas, à une très haute température et à une très grande pression. Nous avons vu que c'est dans ces conditions que se sont probablement formées certaines roches à corindon, dans le laboratoire de la Nature.

La compagnie qui exploite cette usine a, paraît-il, rencontré des difficultés pratiques qui l'ont empêchée de produire beaucoup. Dans le four, la masse se boursouffant, il se forme des géodes tapissées de fines aiguilles; le produit une fois broyé, ces aiguilles passent en long à travers les tamis, et sont ainsi classées avec des grains de dimensions moindres.

Ce corindon artificiel n'est pas livré sur le marché, et est exclusivement employé par la Compagnie elle-même à la fabrication de ses produits manufacturés. La production annuelle ne peut donc pas être appréciée.

b) Diamantite.

Un brevet français a été pris sous ce nom par M. Werlein. Le procédé a été exploité autrefois à Rheinfelden (Allemagne); nous ignorons si la fabrication continue encore.

c) Corindon provenant des déchets des opérations alumino-thermiques¹.

Par la réduction des oxydes métalliques par

l'aluminium, une certaine quantité de corindon est produite dans l'aluminothermie et reste comme résidu de l'opération. Cette quantité d'abrasif, ainsi mise sur le marché, est aujourd'hui encore insignifiante et n'a été que très peu employée; mais il faudra compter avec elle au fur et à mesure que ces procédés se développeront.

Ce corindon artificiel a une très grande dureté, surtout quand il résulte de la fabrication du chrome, dont il contient alors toujours des traces.

§ 3. — Acier broyé.

L'acier broyé est fabriqué en grande quantité dans une usine spéciale à Pittsburg. La majeure partie est employée à la taille des pierres, surtout du marbre et du granite. L'acier broyé de belle qualité, sous le nom d'« acier émeri » ou de « rouge », sert pour le polissage dans la verrerie. Le prix est de 0 fr. 55 le kilogramme à Pittsburg. La production des cinq dernières années est la suivante :

En 1898	300 tonnes.
1899	330 —
1900	350 —
1901	340 —
1902	360 —

Pour être complet, citons encore l'adamite, produit fabriqué à Vienne (Autriche) et travaillé aux États-Unis, mais sur lequel nous ne possédons pas de renseignements précis¹.

V. — CONCLUSIONS.

La lecture des pages qui précèdent aura convaincu le lecteur de l'importance, pour l'industrie des abrasifs, de l'entrée en jeu du corindon, du carborundum et du corindon artificiel. Il est de toute évidence que, sans remplacer complètement l'émeri, ils tendront à s'y substituer dans un grand nombre d'emplois; ils augmenteront ainsi très considérablement le cercle de ses usages. Quant à dire quel est, parmi ces trois abrasifs nouvellement venus, celui qui prendra la prépondérance sur le marché, il est impossible dès maintenant de le savoir. Nous n'avons pu que nous borner à constater l'état actuel de leur développement, sans préjuger ce que réserve l'avenir.

Albert de Romeu,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

¹ Pour fixer les idées du lecteur, nous indiquons ci-dessous le prix des principaux abrasifs, pris à Paris en grains et par tonne :

Corindon du Canada	700 fr. à 1.000 fr.
Emeri de Naxos	300 fr. à 350 fr.
Emeri de Turquie	250 fr. à 300 fr.
Grenat (brut)	200 fr. à 250 fr.
Pierre ponce des îles Lipari	60 fr.
Tripoli	125 fr.
Rouge	90 fr. à 200 fr.
Carborundum	800 fr. à 1.100 fr.

¹ Voir cette *Revue*, L'Aluminothermie, par M. Matignon.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIOLOGIE

I. — QUESTIONS D'INTÉRÊT GÉNÉRAL.

§ 1. — Bibliographie.

Au point de vue bibliographique, signalons :

1° Plusieurs nouveaux périodiques de Physiologie :

a) *L'Archivio di Fisiologia* (Florence, Ariani), dirigé par le Professeur FANO, de Florence, avec le concours du Professeur BOTTAZZI, publiant surtout des travaux de Physiologie expérimentale, mais aussi des revues synthétiques et des dissertations philosophiques. Les auteurs sont libres d'employer l'une des quatre langues officielles adoptées par les Congrès internationaux de Physiologie : français, italien, allemand ou anglais. Parmi les nombreux et intéressants articles que contient le volume I (630 p., 108 fig. et 21 pl.), nous trouvons une notice biographique consacrée à E.-J. Marey, ornée d'un beau portrait du célèbre physiologiste.

L'Archivio di Fisiologia est édité avec un luxe et une élégance typographiques tout à fait dignes de l'antique renom artistique de la cité des Médecins.

b) Les *Archives internationales de Physiologie* (Paris, O. Doin), publiées par LÉON FREDERICQ et PAUL HEGER avec le concours d'un grand nombre de physiologistes de différents pays. Signalons parmi les collaborateurs français : Dastre, Morat, Hédon, Wertheimer, Arthus, Jolyet, Delezenne, et, parmi les étrangers : Prevost, Pawlow, Exner, Hensen, Fano, Kossel, Langley, Mislowski, Morokowetz, Einthoven, Bohr, Hamburger, Cybulski, Herzen, Jaquet, Klug, Kronecker, Mares, Pekelharing, d'Udranszky, Zwaardemaker, etc.

Voici en quels termes les éditeurs justifient la création d'un nouveau recueil français :

« Les physiologistes anglais, allemands et italiens possèdent un nombre suffisant de Revues spéciales publiées dans leur langue. Mais les physiologistes français et surtout les belges, les hollandais, les hongrois, les suisses, les russes, etc., dont un grand nombre ont coutume de rédiger leurs travaux en langue française, sont moins bien pourvus : le seul recueil français, l'excellent *Journal de Physiologie et de Pathologie générale* de BOUCHARD et CHAUVÉAU, doit, en effet, mesurer la place qu'il accorde à la Physiologie pure ; et, cependant, le nombre des travaux qui attendent leur publication augmente de jour en jour, notamment en Belgique.

« C'est ce qui nous a décidés à entreprendre la publication des *Archives internationales de Phy-*

siologie, destinées aux travaux de Physiologie, à l'exclusion de la Morphologie et de la Pathologie. Ces *Archives* seront, sans aucun doute, principalement alimentées par des travaux scientifiques rédigés en français, mais ne provenant pas de France. Elles ne sont donc pas appelées à faire, à proprement parler, concurrence au *Journal de Physiologie et de Pathologie générale...* »

Les *Archives internationales de Physiologie* donnent, pour chaque mémoire, l'indice numérique de la *classification décimale* (élaborée par la *Société de Biologie de Paris* et adoptée par l'*Institut bibliographique international de Bruxelles*), concurremment avec celui de l'*Index Catalogue* publié par la *Royal Society* de Londres, ainsi que des indications bibliographiques sur feuilles volantes, imprimées au *recto* seulement, de manière à pouvoir être découpées et utilisées pour la confection de fiches bibliographiques.

Une autre innovation bibliographique à recommander : chaque mémoire est suivi d'un court *résumé*, rédigé d'une façon *objective*, de manière à pouvoir être utilisé directement et immédiatement comme « *Analyse* » ou « *Referat* » par les rédacteurs des « *Revue annuelle de Physiologie* » et des « *Jahresberichte* ».

Le volume I des *Archives internationales de Physiologie*, que nous avons sous les yeux, renferme 31 mémoires (1 vol. de 500 p., 111 fig., 10 pl.) sortis des laboratoires de Paris, Montpellier, Genève, Lausanne, Saint-Petersbourg, Prague, Budapest, Kolozsvár, Utrecht, Groningue, Leyde, Bruxelles, Liège.

c) *The Journal of experimental Zoology* (Baltimore, I, 1904), édité par BROOKS, CASTLE, CONKLIN, DAVENPORT, JENNINGS, HARRISON, JACQUES LÖEB, MORGAN, PARKER, WHITMAN et WILSON, et destiné surtout aux travaux expérimentaux sur la Physiologie générale, normale et pathologique : activité cellulaire, action des milieux, croissance et développement, régénération, évolution, variation, hérédité, etc.

d) Le nouveau *Journal de Psychologie normale et pathologique*, fondé par PIERRE JANET et GEORGES DUMAS (I, 1904, Paris, Alcan), contient dans son premier volume plusieurs articles sur la physiologie du système nerveux.

2° La continuation des *Ergebnisse der Physiologie*, par ASHER et SPIRO ;

Du *Dictionnaire de Physiologie* de Cu. RICHET ;
Du *Traité de Physique biologique* de D'ARSONVAL, CHAUVÉAU, etc. ;

Du grand ouvrage de HAMBURGER : *Osmotischer Druck und Ionenlehre* (vol. III).

3° Plusieurs traités de Physiologie, notamment :

Handbuch der Physiologie des Menschen, publié par W. NAGEL, de Berlin. Ce grand traité, en quatre gros volumes, comprendra une série de monographies rédigées par des spécialistes, passant en revue tous les chapitres de la Physiologie. La première partie du volume III, contenant la physiologie des organes des sens, vient de paraître chez Fr. Vieweg, à Brunswick.

J. DEMOOR : Cours de Physiologie générale. Bruxelles, Lamertin, 1903, 223 p. in-8°.

THORNTON : *Elementary practical Physiology*. London, in-8°, 332 p.

BLAIN : Tableaux synoptiques de Physiologie, in-8° de 171 p.

A. FRANÇOIS-FRANCK : Cours du Collège de France de 1880 à 1904. Paris, Doin, 1904, 400 p.

4° Une série assez nombreuse de monographies parmi lesquelles nous citerons :

ROSENTHAL : *Der physiologische Unterricht und seine Bedeutung für die Ausbildung der Aerzte*. Thieme, Leipzig, 1904.

F. LE DANTEC : Les lois naturelles (réflexions d'un biologiste sur les sciences). Bibliothèque scientifique internationale. F. Alcan, Paris, in-8°, 1904.

JACQUES LOEB : *Studies in general Physiology*. Univ. of Chicago Press, 1904, 2 vol.

A. GAUTIER : L'alimentation et les régimes. Paris, 1904.

WILBRAND et SAENGER : *Die Neurologie des Auges*. Wiesbaden, Bergmann, 1904, 3 vol. La première partie du volume III traite de l'anatomie et de la physiologie des centres optiques et des voies optiques.

RENÉ QUINTON : L'eau de mer, milieu organique. Constance du milieu marin originel, comme milieu vital des cellules, à travers la série animale. Paris, Masson, 1904, vii-503 p.

ALEX. GURWITSCH : *Morphologie und Biologie der Zelle*. Fischer, Iena, 1904.

ADOLF FICK : *Gesammelte Schriften*. III. Würzburg, Stahel, 1904, 779 p., 102 fig., 41 pl.

RUSSEL H. CHITTENDEN : *Physiological Economy in Nutrition, with special reference to the minimal proteid requirement of the healthy man. An exp. study*. New-York, Stokey, 1904.

A. D. WALLER : *Eight lectures on signs of life from their electrical aspect*. London, in-8° de 184 p.

Mosso : La fatigue. Trad. de l'italien, in-8° de 348 p.

T. JEFFRY PARKER : *Leçons de Biologie élémentaire*. Trad. de l'anglais par A. Marie. Paris, 1904, in-8°.

G. WEISS : *Précis de Physique biologique*. Paris, 1904, in-8° de 526 p.

HENRY BORDIER : *Les rayons N et les rayons N'*. In-16°, 93 p.

JULIUS SCHREIBER : *Ueber den Schluckmechanismus*. Berlin, Hirschwald, in-8°, 1904.

J. ANGLAS : *Les animaux de laboratoire. La grenouille (anatomie et dissection)*, 7 planches coloriées à feuillets découpés et superposés. Paris, Reinwald, 1903.

§ 2. — Nécrologie.

Parmi les morts de l'année, citons :

Ch. ROUGET, ancien professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Montpellier et au Muséum de Paris ;

MAGNUS BLIX, professeur à Lund ;

Ch. E. MAREY, professeur au Collège de France et Directeur de l'Institut Marey ;

O. C. LOVÉN, ancien professeur de Physiologie à l'Institut Carolin de Stockholm ;

FAYEL, professeur de Physiologie à l'École de Médecine de Caen ;

HUPPERT, ancien professeur de Chimie physiologique à la Faculté de Médecine allemande de Prague ;

DUCLAUX, Directeur de l'Institut Pasteur ;

G. VON LIEBIG, privatdocent de Pneumothérapie à la Faculté de Médecine de Munich ;

FRANZ RIEGEL, professeur de Clinique à l'Université de Giessen ;

JOSEPH SEEGEN, professeur de Balnéologie à l'Université de Vienne ;

Le D^r LIEBAULT, de Nancy ;

NIEMLOWICZ, professeur de Chimie médicale à la Faculté de Médecine de Lemberg.

§ 3. — Institut Marey.

L'Association internationale des Académies, dans sa seconde assemblée générale tenue à Londres, du 25 au 27 mai 1904, a approuvé la nomination de MM. Lippmann, Lévy, Amagat, Charles Richet, Einthoven, Grützner, Langendorff, Schenck, Athanasiu comme membres nouveaux de l'Association internationale de l'Institut Marey.

Elle a adopté la résolution suivante : « Après avoir pris connaissance du Rapport du regretté Marey, en date du 5 mai 1904, sur les travaux de l'Institut Marey, elle félicite la direction de l'Institut Marey d'avoir obtenu en France la reconnaissance d'utilité publique et assuré ainsi la permanence de cet organisme scientifique international. Elle fait des vœux pour la réussite des travaux scientifiques entrepris à l'Institut. »

M. le Professeur Chauveau a été nommé Directeur de l'Institut Marey.

§ 4. — VI^e Congrès international de Physiologie.

L'année 1904 a vu naître la *Deutsche physiologische Gesellschaft* (Société allemande de Physiologie), qui a tenu sa première session à Breslau, et qui se réunira pour la seconde fois à Marburg, à l'Institut de Physiologie du Professeur SCHEENCK, du 14 au 16 juin 1905.

Le grand événement physiologique de l'année a été la réunion du VI^e Congrès international des physiologistes, qui a tenu ses séances du 30 août au 3 septembre dans les superbes locaux des *Instituts Solvay au Parc Léopold* à Bruxelles.

Ce Congrès a été extraordinairement brillant tant par le nombre élevé (251 membres, dont 91 Belges, 44 Français, 23 Allemands, 21 Anglais, 21 Italiens, 10 Suisses, 8 Autrichiens, 7 Hollandais, 5 Russes, 3 Grecs, 2 Espagnols, 2 Suédois, 2 Japonais, 2 Canadiens, 1 Espagnol) et par la valeur de ses participants, que par sa parfaite organisation scientifique et l'éclat des fêtes offertes aux congressistes par les villes de Bruxelles et d'Anvers, par M. et M^{me} Solvay, par M. et M^{me} Errera, etc.

Mais c'est surtout par l'abondance, la variété et l'importance des communications et des démonstrations expérimentales que les séances du Congrès de Bruxelles ont dépassé toute attente. On y a traité la plupart des questions de Physiologie en ce moment à l'ordre du jour; les physiologistes présents ont eu la bonne fortune d'y entendre discuter ces questions par les spécialistes les plus autorisés.

Aussi, je ne crois pouvoir mieux faire que de prendre comme base de ma revue annuelle les notes se rapportant aux sujets traités au Congrès de Bruxelles, quitte à les compléter à l'occasion. Les citations abrégées (*C. R. Congr. Physiol.*) que je donne plus loin se rapportent au compte rendu du Congrès paru dans le volume II des *Archives internationales de Physiologie* (p. 1 à 166).

Parmi les résolutions d'intérêt général qu'a prises le Congrès de Bruxelles, il faut mentionner la nomination d'une *Commission internationale* chargée de s'entendre avec la direction du *Concilium bibliographicum* de Zurich, en vue d'étendre à la bibliographie physiologique le travail précédemment accompli pour la Zoologie par la constitution d'un catalogue sur fiches.

MM. Bowditch (Boston, U. S. A.), Fano (Florence), Fredericq (Liège), Grützner (Tubingue), Kronecker (Berne), Mislawsky (Kasan), Sherrington (Liverpool) et von Kreidl (Vienne) sont désignés pour faire partie de cette Commission internationale, qui pourra se compléter par l'adjonction de nouveaux membres.

M. Mosso, directeur de la Station physiologique

du Mont-Rose, a rendu compte des travaux accomplis depuis trois ans et a montré en projections les installations actuelles au sommet du Mont-Rose, ainsi que les plans de la future station physiologique d'Alagna située un peu plus bas.

L'Assemblée a confirmé le mandat confié précédemment aux membres de la *Commission internationale du laboratoire de Physiologie du Mont-Rose*: MM. Mosso (Turin), Tigerstedt (Helsingfors) et Zuntz (Berlin).

Elle a entendu une série de rapports spéciaux présentés au nom de l'*Institut Marey* (*Commission internationale pour l'unification des méthodes en Physiologie*):

Rapport de M. Einthoven (Leyde) sur l'unification des mesures de force électromotrice en Physiologie et l'emploi du galvanomètre à fil; — de M. Athanasiu (Paris) sur l'unification des procédés de la méthode graphique, notamment de la transmission par l'air et du tambour à levier; — de M. Kronecker (Berne) sur l'emploi du cylindre tournant, habituellement mis en usage par les physiologistes pour recueillir les différents tracés chronophotographiques.

L'Association de l'Institut Marey avait, d'ailleurs, profité du Congrès pour tenir à Bruxelles sa session annuelle.

Avant de se séparer, le Congrès a désigné Heidelberg comme siège du prochain (VII^e) Congrès international de Physiologie, qui aura lieu dans la première quinzaine du mois d'août 1907.

Le Comité directeur international chargé d'organiser ce Congrès se compose de Sir Michael Foster (Cambridge), président honoraire, et de MM. Kossel (Heidelberg), président, Bohr (Copenhague), Bowditch (Boston, U. S. A.), Cybulski (Cracovie), Dastre (Paris), Einthoven (Leyde), Fredericq (Liège), Heger (Bruxelles), Hensen (Kiel), Exner (Vienne), Johansson (Stockholm), Kronecker (Berne), Langley (Cambridge), Luciani (Rome), Mislawski (Kasan), Nicolaïdes (Athènes), Prevost (Genève), Richet (Paris), Wedensky (Saint-Petersbourg), membres, et Dastre (Paris), Fano (Florence), Grützner (Tubingue), Porter (Boston, U. S. A.), Sherrington (Liverpool), secrétaires généraux.

C'est, en somme, le même Comité que celui du VI^e Congrès, sauf que M. Blix, décédé, est remplacé par M. Johansson et qu'on a nommé un secrétaire général distinct pour les Etats-Unis d'Amérique, M. Porter, de Boston.

II. — CIRCULATION.

1. *Cœur isolé des Mammifères.* — Depuis quelques années, on a décrit plusieurs procédés qui permettent de répéter, sur le cœur du chien ou du

lapin extrait du corps, les expériences classiques exécutées jusqu'à présent sur le cœur de grenouille isolé. Je me borne à rappeler les travaux de Newell Martin, Langendorff, Porter, Locke, que j'ai eu l'occasion d'analyser ici. Plusieurs variantes intéressantes de ces expériences ont été répétées avec plein succès devant les membres du Congrès. M. Heymans¹, de Gand, nous a présenté un cœur de chien A complètement isolé, dont l'aorte était reliée au bout central de la crurale d'un autre chien vivant B. Ce dernier B fournissait donc le sang artériel destiné à nourrir le cœur A. Le sang, après avoir traversé la substance du cœur A, était recueilli par un entonnoir et retournait, par un tube approprié, à une jugulaire du chien B. Le chien B avait d'ailleurs reçu une injection d'extrait de sang-sue, préparation qui suspend, comme l'on sait, la coagulation du sang, et permet de faire circuler ce liquide dans des tubes de verre ou de caoutchouc, sans avoir à craindre les obstructions par dépôt de fibrine.

M. E. A. Schæfer² a utilisé également le procédé de Langendorff pour exécuter de nombreuses expériences sur les vaisseaux coronaires du cœur des Mammifères. Le résultat auquel il est arrivé, c'est que le calibre de ces vaisseaux ne présente aucune variation ni sous l'influence de l'excitation des différents nerfs afférents du cœur (pneumogastriques, accélérateurs), ni sous celle d'une injection d'adrénaline. Ils semblent donc ne contenir aucun appareil nerveux. Mais leurs parois musculaires se contractent sous l'influence des excitants ordinaires qui agissent directement sur les fibres lisses des vaisseaux. Les expériences ont été exécutées sur des cœurs de Mammifères extraits et alimentés artificiellement. On enregistrait la pression dans le ventricule gauche, ainsi que le débit de liquide nutritif.

2. *Restauration du cœur du chien envahi par les trémulations fibrillaires.* — M. d'Halluin³, de Lille, a démontré avec succès un procédé qui permet de rappeler à la vie le cœur du chien déjà envahi par les trémulations fibrillaires, qui, dans les conditions ordinaires, sont considérées comme l'avant-coureur immédiat de la mort définitive du cœur. Chez un chien à poitrine ouverte, l'application du courant induit (électrodes reliées à la bobine secondaire du chariot de du Bois-Reymond) à la surface du cœur produit immédiatement les trémulations et le délire du cœur; M. d'Halluin ranime le cœur et parvient à rétablir les pulsations rythmiques normales par le massage du cœur, combiné

avec l'injection intra-veineuse de chlorure de potassium (20 centigrammes par kilogramme d'animal).

M. H. E. Hering, de Prague, avait d'ailleurs déjà signalé l'action suspensive que le chlorure de potassium exerce sur la fibrillation du cœur⁴.

3. *Théories myogène et neurogène de la pulsation cardiaque.* — La question de l'origine neurogène ou myogène de la pulsation cardiaque a été l'objet d'une discussion approfondie. M. Kronecker est un partisan convaincu de la *théorie neurogène*, qui fait jouer aux centres nerveux intra-cardiaques le principal rôle dans la genèse des pulsations cardiaques et dans la succession rythmée des contractions des oreillettes et des ventricules.

Les conditions dans lesquelles se produisent les trémulations fibrillaires et les particularités qu'elles présentent lui paraissent inexplicables dans la théorie myogène. On peut lui répondre que la théorie neurogène n'en donne pas non plus une explication satisfaisante.

L'éminent physiologiste de Berne a répété, avec M. Spallitta, devant le Congrès, sur le cœur du chien, une expérience très intéressante se rapportant à l'action d'inhibition des pneumogastriques, s'exerçant sur les ventricules pendant la trémulation isolée des oreillettes⁵. Cette trémulation est réalisée par l'application de courants d'induction sur une oreillette. Les ventricules continuent à battre; mais ils s'arrêtent sous l'influence de l'excitation électrique du bout périphérique d'un pneumogastrique, excitation qui ne supprime, d'ailleurs, pas entièrement les trémulations auriculaires. Cette expérience a été présentée comme argument en faveur de la théorie neurogène.

4. *Le faisceau musculaire inter-auriculo-ventriculaire, lien physiologique entre les oreillettes et les ventricules.* — La théorie myogène admet, comme l'on sait, que les pulsations naissent par *automatisme* dans la musculature des oreillettes, au voisinage des orifices veineux (ou d'un orifice veineux). De là, la contraction se propagerait à la façon d'une onde, à travers les oreillettes, qui se contractent d'abord, aux ventricules dont les muscles sont à leur tour envahis par l'onde de contraction. Cette théorie suppose l'existence de ponts musculaires reliant la substance contractile des oreillettes à celle des ventricules. Or, tous les traités d'Anatomie humaine décrivent la musculature des oreillettes comme entièrement séparée de celle des ventricules, et, jusque dans ces derniers temps, la notion de cette séparation constituait la doctrine classique, qui n'avait été contestée que par un petit nombre de

¹ C. R. Congrès Physiol., p. 99.

² C. R. Congrès Physiol., p. 441.

³ C. R. Congrès Physiol., p. 68.

⁴ Centralbl. f. Physiol., 11 avril 1903, p. 2.

⁵ C. R. Congrès Physiol., p. 113.

voix isolées, n'appartenant d'ailleurs pas à des anatomistes. C'est ainsi que Gaskell (1883), pour le cœur de tortue, Stanley Kent et W. His jun. (1894), pour le cœur des Mammifères, avaient tour à tour affirmé l'existence de ponts musculaires reliant les oreillettes aux ventricules. Mais leurs affirmations n'avaient trouvé aucun écho.

La question a été reprise simultanément à Leipzig, à Liège et à Berlin. M. Robert Retzer (Leipzig), travaillant sous la direction du Professeur Spalteholz¹, a découvert, dans la paroi interauriculaire du cœur des Mammifères, un paquet de fibres musculaires qui se dirige vers la cloison interventriculaire et s'y continue directement avec la musculature des deux ventricules. Des préparations fort démonstratives ont été produites au Congrès de Bruxelles. A Liège, M. Humblet² était arrivé, de son côté, aux mêmes résultats en ce qui concerne la partie anatomique du sujet. Lui aussi avait décrit et figuré, dans la cloison interauriculaire, un faisceau musculaire interauriculo-ventriculaire venant du pourtour du trou de Botal, se dirigeant vers l'origine de l'aorte et s'y divisant en deux faisceaux passant respectivement dans la paroi du ventricule droit et du ventricule gauche. De plus, M. Humblet a institué une série d'expériences ayant pour but de sectionner le faisceau en question sur le cœur vivant, pour vérifier s'il constitue réellement le lien physiologique qui assure la communauté de rythme des oreillettes et des ventricules, ou, plus exactement, l'alternance des pulsations ventriculaires et auriculaires. On comprend combien l'exécution de ces expériences est aléatoire et délicate, puisqu'il s'agit d'aller couper à l'intérieur du cœur un petit faisceau musculaire, en évitant de provoquer les contractions fibrillaires et le délire du cœur, et tout en n'interrompant que momentanément la circulation cardiaque. Les succès opératoires ne se comptent pas, et l'on ne peut songer à répéter une expérience aussi incertaine devant un aréopage de physiologistes dont le temps est précieux, et qui sont sollicités de tous côtés par d'autres attractions intéressantes. Aussi M. Humblet avait-il renoncé à démontrer devant le Congrès de Liège l'expérience fondamentale de section du faisceau interauriculo-ventriculaire.

Quand l'expérience réussit, c'est-à-dire quand le cœur continue à battre malgré les mutilations auxquelles on a dû le soumettre, toujours la section du faisceau interauriculo-ventriculaire provoque l'arythmie des pulsations, c'est-à-dire détruit la communauté de rythme des oreillettes et des ventricules. M. Humblet joint à son travail des graphiques

montrant qu'après cette opération les oreillettes, d'une part, les ventricules, de l'autre, battent chacun de leur côté avec un rythme propre indépendant. Les résultats de cette expérience sont tout à fait d'accord avec ce que réclame la théorie myogène.

M. Philips¹ constate que, si l'on faradise les oreillettes d'un cœur de chien vivant mis à nu, leurs parois se mettent à fibriller, tandis que les ventricules continuent à battre, mais d'une façon très irrégulière.

Le spectateur a l'impression que les mouvements désordonnés des ventricules résultent d'une lutte entre la tendance aux pulsations normales, inhérente aux ventricules, et l'action des trémulations fibrillaires des oreillettes, qui cherchent à se propager des oreillettes aux ventricules par l'intermédiaire du pont musculaire auriculo-ventriculaire. Nous prenons ici, pour ainsi dire sur le fait, l'action des ondes musculaires de fibrillation des oreillettes, interférant avec les pulsations propres des ventricules. La combinaison de ces deux influences produit un rythme ventriculaire absolument désordonné, intermédiaire entre les pulsations normales et la fibrillation, que je ne puis mieux qualifier qu'en l'appelant l'*affolement* ou le *rythme affolé* des ventricules. Cet affolement du rythme ventriculaire disparaît et fait place à des systoles lentes et absolument régulières aussitôt qu'on sectionne ou écrase le faisceau musculaire auriculo-ventriculaire.

M. Stassen² étudie les *extrasystoles* provoquées par excitation électrique directe appliquée sur le cœur du chien, pendant l'arrêt des pulsations obtenu par faradisation du pneumogastrique. L'excitation de l'oreillette donne lieu à une pulsation complète à rythme ordinaire. L'excitation du ventricule provoque également une pulsation ou extrasystole complète, mais à rythme inverse, c'est-à-dire que la pulsation ventriculaire précède la pulsation auriculaire. La théorie *myogène* nous donne de ce fait une explication très naturelle. L'onde de contraction, née dans les ventricules par excitation artificielle, s'est propagée ici aux oreillettes par l'intermédiaire du faisceau auriculo-ventriculaire. Cette propagation rétrograde paraît se faire avec une lenteur remarquable. En effet, l'intervalle qui sépare la systole des oreillettes de celle des ventricules, dans ces pulsations à rythme renversé, est au moins double de l'intervalle qui, normalement, s'interpose entre les contractions des deux ordres de cavités du cœur, dans les pulsations à rythme normal direct.

¹ Arch. f. Anat., 1904.

² Arch. int. Physiol., 1904, I, p. 278.

¹ Arch. int. Physiol., II, p. 259.

² Arch. int. Physiol., II, p. 259.

5. *Reviviscence du cœur fœtal dans l'espèce humaine.* — M. A. Kouliabko, de Tomsk¹, a complété par de nouveaux détails les communications qu'il avait publiées antérieurement sur la reviviscence du cœur d'enfant ou de fœtus, plusieurs heures ou même plusieurs jours après la mort. Les particularités les plus intéressantes furent présentées par deux cœurs de fœtus, l'un du septième, l'autre du huitième mois. Un de ces cœurs, soumis à la circulation artificielle au moyen de liquide de Locke saturé d'oxygène, vivait encore *trois jours* (!) après son extirpation hors de la poitrine.

6. *Cinématographie appliquée à l'étude de la pulsation du cœur et des autres mouvements physiologiques.* — Il y a quelques années, j'ai signalé une étude de *cinématographie* du cœur menée à bonne fin par Ludwig Braun (1898), de Vienne. Le Professeur François-Franck, assisté du Dr Hallion, a fait au Congrès, au moyen des appareils de projection de la maison Gaumont, de Paris, deux séances de démonstrations cinématographiques du plus haut intérêt².

Les mouvements expressifs généraux et faciaux, la mimique des sourds-muets, les mouvements respiratoires, thoraciques, abdominaux et laryngés, les battements du cœur ont été successivement projetés devant l'auditoire émerveillé et lui ont donné l'illusion de la réalité.

La méthode du savant professeur du Collège de France a ceci de particulier qu'elle reproduit simultanément par la photographie les changements de volume ou de forme des organes et l'expression graphique de ces variations. Dans le même champ photographique est disposé l'organe, muscle, cœur, diaphragme, rate, mésentère, cerveau, etc., qui subit l'action d'un poison, d'une excitation nerveuse, etc., ou qui fonctionne spontanément, et l'appareil enregistreur sur lequel viennent s'inscrire les courbes myographiques, cardiographiques, respiratoires, manométriques, volumétriques.

La photographie de l'organe en mouvement et des tracés est ainsi recueillie sur une même pellicule cinématographique. On y ajoute l'inscription manuscrite des manipulations expérimentales que subit l'organe, les divisions du temps, et l'on a ainsi les documents les plus précis sur les modifications que présentent l'organe ou le tissu vivant.

Quand l'éclairage solaire est insuffisant, M. François-Franck utilise l'illumination avec la poudre de magnésium à déflagration lente (éclairage durant d'une seconde à une ou deux minutes).

Citons, parmi les autres travaux se rapportant à

l'étude de la circulation : les démonstrations, par M. L. Camus¹, d'un appareil pour l'étude du cœur isolé ;

Par M. Lombard², d'un mode d'inscription sphygmographique de l'expansion longitudinale d'une artère isolée ;

Celle du procédé de suture artérielle avec conservation de la perméabilité du vaisseau, par M. Frouin³ ; la présentation du pléthysmographe digital de Hallion et Comte⁴ ; une communication de M. Vaschide⁵ sur les rapports de la circulation sanguine avec la mesure de la sensibilité tactile.

III. — RESPIRATION ET CALORIFICATION.

1. *Apnée par injection intra-veineuse de soude.* — On sait combien la théorie de la régulation des mouvements respiratoires et celle de l'apnée est encore controversée.

Pour un certain nombre de physiologistes, c'est la teneur du sang en acide carbonique qui constitue le principal facteur de cette régulation. Chaque fois que l'hématose est gênée, le sang s'artérialise moins bien dans le poumon, s'y débarrasse d'une façon plus incomplète de son acide carbonique. C'est ce sang à vénosité augmentée qui, transporté par la circulation dans les centres respiratoires de la moelle allongée, y provoque une stimulation exagérée, d'où augmentation des mouvements respiratoires et ventilation pulmonaire plus complète. Dans l'apnée provoquée par une ventilation exagérée des poumons, le sang s'artérialise plus complètement, il se débarrasse mieux de son acide carbonique ; il en contient si peu que le stimulus qu'il exerçait sur la moelle allongée peut se trouver momentanément suspendu ; les centres respiratoires, n'étant plus excités, cessent d'agir et l'animal suspend sa respiration : il est à l'état d'apnée. Si la théorie qui fait jouer à l'abaissement de la tension de CO² dans le sang artériel le principal rôle dans la production de l'apnée est exacte, tous les moyens qui réalisent cette diminution de CO² devront produire l'apnée. C'est ce qu'a montré M. Mosso⁶ par une série de beaux graphiques de suspension respiratoire obtenue chez le chien et le lapin par des injections intra-veineuses de soude. La soude, en se combinant à CO², supprime l'action de cet excitant.

Les expériences de Mosso sur les centres respiratoires sont une confirmation précieuse de

¹ C. R. Congrès Physiol., p. 411.

² C. R. Congrès Physiol., p. 82

¹ C. R. Congrès Physiol., p. 57.

² C. R. Congrès Physiol., p. 121.

³ C. R. Congrès Physiol., p. 83.

⁴ C. R. Congrès Physiol., p. 90.

⁵ C. R. Congrès Physiol., p. 157.

⁶ C. R. Congrès Physiol., p. 128.

celles de Plumier, qui avaient conduit aux mêmes conclusions et confirmé la théorie de l'apnée soutenue par l'auteur de ces lignes.

2. *Circulation pulmonaire.* — Les recherches de M. Plumier¹ nous donnent pour la première fois un tableau complet des phénomènes de la circulation pulmonaire étudiée dans des conditions mécaniques qui se rapprochent de l'état physiologique. L'ouverture de la poitrine et la respiration artificielle, qui semblent indispensables pour l'étude de la pression du sang dans les vaisseaux du poumon, altèrent profondément les conditions mécaniques des organes thoraciques. M. Plumier a évité ces perturbations en utilisant un procédé d'ouverture temporaire du thorax². Ce procédé consiste à ouvrir la poitrine latéralement par une incision linéaire : on peut alors appliquer à loisir divers instruments sur le cœur, les vaisseaux ou les nerfs, à condition d'entretenir la respiration artificielle.

Ce temps de l'opération terminé, on referme le thorax, dont on assure l'occlusion hermétique au moyen de pinces spéciales, de manière à rétablir le *vide pleural* et les conditions mécaniques de la respiration normale. L'animal se remet immédiatement à respirer spontanément : on évite donc les troubles inséparables de la respiration artificielle. On constate, en effet, que la pression artérielle, qui était tombée à un taux misérable pendant le temps d'ouverture du thorax, reprend sa valeur normale aussitôt que la cage thoracique est refermée et que les conditions de l'aspiration pleurale sont rétablies. Parmi les nombreux résultats intéressants de ces recherches, je citerai ceux qui ont trait à la question si controversée des nerfs sensibles du poumon. L'auteur a démontré que les poumons du chien contiennent des fibres nerveuses centripètes, empruntées au pneumogastrique. Ces fibres se distribuent à la face interne des alvéoles : lorsqu'elles sont excitées par des vapeurs irritantes (ammoniacque, aldéhyde formique), elle provoquent par voie réflexe le ralentissement du rythme respiratoire, la chute des pressions artérielles carotidienne et pulmonaire, ainsi que le ralentissement du rythme cardiaque. Tous ces réflexes font nécessairement défaut si les pneumogastriques ont été coupés au préalable.

L'injection directe d'ammoniacque, soit dans le tissu du poumon, soit dans une jugulaire, excite localement les vaisseaux du poumon et amène leur constriction, d'où hausse de pression dans l'artère pulmonaire et baisse de la pression carotidienne.

M. Langlois¹ a découvert, chez certains animaux à sang froid (lézards de la région saharienne), un véritable système régulateur de la température interne. Ces animaux montrent, quand la surface de leur crâne (plaque centrale correspondant à l'œil pinéal) est exposée au rayonnement calorifique, une polypnée thermique comparable à celle du chien. Cette polypnée a pour résultat l'évaporation d'une quantité notable d'eau à la surface pulmonaire et joue un rôle de protection efficace contre l'élévation de température dont l'animal est menacé.

MM. Galbraith² et Sutherland Simpson ont étendu à un grand nombre d'animaux les observations et expériences que l'on avait faites sur l'homme au sujet des variations diurnes de la température.

On sait que la température de l'homme est plus élevée de trois quarts de degré environ pendant le jour (maximum le soir) que pendant la nuit (minimum le matin avant le lever). Ces variations sont dues aux différences des conditions physiologiques : repos musculaire, sommeil, faible activité des organes digestifs, etc., pendant la nuit.

En effet, la courbe diurne de température présente une allure inverse (maximum la nuit, minimum le jour) chez les individus que leur profession oblige à travailler la nuit et à se reposer le jour. Les auteurs anglais ont confirmé tous ces faits chez toute une série de mammifères et d'oiseaux. Seuls, les animaux à habitudes nocturne, comme le hibou, ont le maximum de température pendant la nuit. Les singes que l'on tient éveillés et à la lumière pendant la nuit, dans l'obscurité pendant le jour, présentent également l'inversion classique de la courbe de température.

Enfin, si un singe est conservé pendant plusieurs fois vingt-quatre heures dans un local à éclairage uniforme (lumière continue ou obscurité continue), il continuera à présenter pendant quelque temps les oscillations diurnes de la température interne. Ces oscillations, dues vraisemblablement à un effet de l'habitude de l'organisme, sont fort diminuées, d'ailleurs, et vont en s'atténuant.

IV. — DIGESTION

Le plexus nerveux d'Auerbach et les mouvements de l'intestin grêle. — La question de l'origine myogène ou neurogène des mouvements, si controversée en ce qui concerne le cœur, se pose également pour l'intestin. Un bout d'intestin grêle, enlevé à un animal vivant, pourra continuer pendant longtemps à exécuter des mouvements, si on le conserve dans un milieu approprié. Le meilleur milieu

¹ *Archiv. int. Physiol.*, I.

² Décrit dans : Travaux du laboratoire de Léon Fredericq, 1885-1886, I.

¹ *C. R. Congrès Physiol.*, p. 418.

² *C. R. Congrès Physiol.*, p. 84.

est ici le même que pour le cœur, c'est-à-dire une solution saline (liquide de Ringer ou de Locke) isotonique avec le sang et saturée d'oxygène, solution dans laquelle on plonge le bout d'intestin sur lequel on expérimente. M. Magnus¹ a fait, devant le Congrès, une série de démonstrations, prouvant la grande importance des éléments nerveux dans la production des contractions de l'intestin. On sait que l'intestin est formé de trois tuniques ou enveloppes membraneuses concentriques, qui sont, en allant de dehors en dedans : 1° la tunique séreuse ou péritonéale, qui n'intervient pas ici; 2° la tunique musculaire, formée de deux couches : l'externe, peu épaisse, composée de fibres musculaires longitudinales; l'interne, plus épaisse, à fibres circulaires. Entre ces deux couches musculaires, se trouve un plexus nerveux assez riche, formé de nombreux ganglions ou centres nerveux cellulaires, le *plexus myentérique* d'Auerbach; 3° la tunique muqueuse, présentant dans sa portion externe un second plexus nerveux, le plexus sous-muqueux ou plexus de Meissner.

M. Magnus a montré que l'intestin conservé dans le liquide de Ringer présente deux espèces de mouvements rythmés : des contractions dites *pendulaires*, se succédant à quelques secondes (5" à 7") d'intervalle, et d'autres à rythme plus lent, embrassant chacune plusieurs contractions pendulaires (20" à 100"). Une élévation de la température accélère le rythme de ces mouvements; le froid les ralentit. L'asphyxie (cessation de l'apport d'oxygène) arrête les mouvements au bout de deux heures environ. On constate alors que les fibres longitudinales sont relâchées au maximum, tandis que les fibres circulaires sont immobilisées dans un état de contraction énergique. Magnus a fait remarquer qu'on ne pouvait guère s'expliquer cette façon différente de se comporter d'éléments histologiques de même nature qu'en admettant que l'asphyxie n'agit pas directement sur les fibres musculaires, mais les influence par l'intermédiaire des éléments nerveux du plexus d'Auerbach.

Le fameux réflexe intestinal étudié sur l'animal vivant par Nothnagel, Bayliss et Starling, et qui consiste dans ce fait qu'une irritation locale de l'intestin provoque une contraction musculaire en amont de l'endroit irrité, et un relâchement des muscles en aval, ce réflexe se montre également sur l'intestin isolé. Ce réflexe favorise, comme on sait, la progression du contenu intestinal vers l'anus.

M. Magnus a prouvé le rôle important joué par le plexus nerveux d'Auerbach et dans la production des mouvements pendulaires et dans la produc-

tion du réflexe intestinal de Bayliss et Starling.

Voici quelques-unes de ses expériences : un bout d'intestin est ouvert suivant la longueur; on enlève la muqueuse (avec la sous-muqueuse et le plexus de Meissner); la couche restante, comprenant, outre le péritoine, les muscles et le plexus d'Auerbach, exécute encore les deux ordres de contractions rythmées et montre même le réflexe de Bayliss et Starling.

On peut pousser l'isolement anatomique plus loin et séparer la couche de fibres circulaires de celle des fibres longitudinales : dans ce cas, le plexus nerveux d'Auerbach reste adhérent à la couche des fibres longitudinales. Ces dernières continuent à exécuter les mouvements rythmés spontanés, tandis que la couche de fibres circulaires, privée d'éléments nerveux, reste immobile et ne se contracte que si on l'excite directement. Elle est capable aussi de transmettre l'onde de contraction. M. Magnus a fort justement conclu de ses expériences que, dans les mouvements de l'intestin, l'*automatisme* et la *rythmicité* étaient d'origine nerveuse, tandis que la *contractilité* et la *conductibilité* devaient seules être rapportées à l'élément musculaire. Nous ne pouvons décrire ici les procédés fort ingénieux d'enregistrement des mouvements intestinaux imaginés par l'auteur.

Ajoutons que la méthode consistant à étudier les propriétés physiologiques de l'intestin enlevé à l'animal vivant et plongé dans un liquide physiologique saturé d'oxygène a été utilisée avec succès par M. Kouliabko pour l'étude de l'action de divers poisons. M. W. B. Cannon¹ a utilisé le procédé qui consiste à étudier aux rayons de Röntgen (écran fluorescent) la progression des matières alimentaires dans l'estomac et dans l'intestin grêle. Les aliments sont mélangés d'une substance inerte, opaque aux rayons X, le sous-nitrate de bismuth. L'auteur avait recueilli des photographies sériées, qui lui ont permis de reconstituer les mouvements et de les démontrer par la méthode stroboscopique (zootrope).

M. Grützner² a étudié les mêmes processus physiologiques par une autre méthode. Les différentes portions d'un même repas sont colorées différemment, les unes au tournesol bleu par exemple, puis on tue l'animal à un certain stade de la digestion. A l'autopsie, on reconnaît dans l'estomac une stratification particulière des aliments : les dernières portions avalées se placent au centre et n'arrivent que fort tardivement en contact avec la surface de l'estomac et avec le suc gastrique acide (qui les colore en rouge).

¹ C. R. Congrès Physiol., p. 123.

¹ C. R. Congrès Physiol., p. 58.

² C. R. Congrès Physiol., p. 88.

V. — SYSTÈME NERVEUX.

1. *Grandeur et décadence du neurone.* — A différentes reprises, j'ai eu l'occasion de m'occuper ici de la théorie du neurone. L'ancienne conception du système nerveux opposait, comme on le sait, les fibres nerveuses aux cellules nerveuses et les considérait comme deux catégories distinctes d'éléments. Dans la comparaison classique qui assimile le système nerveux à un réseau télégraphique, les cellules nerveuses étaient les analogues des bureaux télégraphiques d'où l'on envoie ou reçoit les dépêches; les nerfs représentaient les fils reliant les différents bureaux ou cellules entre elles ou avec la périphérie.

Cette conception a fait place à la théorie du *neurone*, en vertu de laquelle fibres et fibrilles nerveuses ne sont que les prolongements naturels des cellules nerveuses. Fibres et corps cellulaires ne seraient que les parties de l'élément unique du système nerveux que Waldeyer a baptisé en 1891 du nom de *neurone*.

Le neurone est formé d'un corps cellulaire, masse de protoplasme en partie granuleux, en partie fibrillaire, renfermant un noyau et émettant des prolongements de deux espèces: a) prolongements protoplasmiques ramifiés, semblant n'être que la continuation du corps cellulaire (prolongements *cellulipètes*); b) prolongement unique, simple sur une grande longueur, le *cylindraxe* ou prolongement *cellulifuge*. Les prolongements des différents neurones, qui les font communiquer entre eux, ne se continueraient pas directement d'un neurone à l'autre; ils seraient simplement juxtaposés, articulés les uns avec les autres; et c'est aux points de contact, de contiguïté, et non de continuité (Ramon y Cajal), que se ferait le passage de l'influx nerveux d'un neurone à l'autre.

Le neurone était considéré comme un *individu* cellulaire dans toute la force du terme, au point de vue embryologique, morphologique et fonctionnel. Il était censé dériver d'une seule cellule embryonnaire transformée, dont l'individualité morphologique était pleinement conservée, puisque les prolongements restaient distincts, ne se soudant même pas aux prolongements des cellules voisines. L'individualité nutritive du neurone s'affirmait par la solidarité de ses différentes parties. Depuis Waller (1852), on sait que toute fibre nerveuse sectionnée dégénère dans son bout périphérique, c'est-à-dire dans la partie qui se trouve séparée du corps cellulaire. On a basé sur ces faits de dégénérescence toute une méthode d'étude de la texture des centres nerveux, en suivant histologiquement les altérations consécutives à la lésion d'une partie du neurone (lésion expérimentale ou pathologique).

Grâce à cette dégénérescence, on peut déterminer exactement le trajet des fibres qui dépendent de tel ou tel groupe de cellules nerveuses.

Dans la théorie du neurone, lorsque le bout périphérique d'un nerf se régénère après section, la restauration a toujours pour point de départ le moignon du bout central. Le bout central bourgeonne et envoie un prolongement qui s'allonge peu à peu et va gagner la périphérie en se laissant guider par le tissu dégénéré du bout périphérique.

On a décrit au neurone une sorte de vie propre et indépendante. Le neurone serait doué de plasticité, ses prolongements présenteraient des mouvements analogues aux mouvements amiboïdes (J. Demoor, M^{lle} Stefanowska, etc.). C'est en se basant sur l'existence de ces mouvements amiboïdes que MM. Mathias Duval, Lépine, Rabl-Burekhard ont émis leurs théories histologiques du sommeil, de l'exercice, de l'habitude, etc.

Comme on le voit, la théorie du neurone s'appuyait sur une série de faits d'ordre fort différent, anatomiques, embryologiques, physiologiques et cliniques. Elle était fort commode au point de vue didactique; aussi ne doit-on pas s'étonner de sa rapide fortune.

Depuis quelques années, principalement sous l'influence des travaux de Bethe, Apathy, etc., une réaction s'est produite. Les différents faits sur lesquels la théorie du neurone prenait ses plus fermes soutiens ont été mis en doute. Bethe, Apathy et d'autres considèrent tout l'édifice comme artificiel et destiné à s'écrouler définitivement. On nie l'origine unicellulaire du neurone; on nie l'individualité morphologique du neurone en revenant à la notion de la continuité des fibrilles nerveuses allant d'une cellule à l'autre. On nie l'amiboïsme et la plasticité du neurone. Enfin, on nie également l'individualité du neurone sur le terrain de la dégénérescence wallérienne et de la régénération indépendante, *autogène*, comme on la nomme, du bout périphérique sectionné.

Ces deux derniers points ont fait l'objet de plusieurs communications et de discussions intéressantes au Congrès de Bruxelles.

M. Albrecht Bethe¹ y a répété et complété ses anciennes affirmations et y a fait des démonstrations fort probantes. Il coupe un nerf et arrache son bout central, afin de rendre impossible toute suture avec le bout périphérique. Après quelques jours, il constate la dégénérescence du bout périphérique et la perte de ses propriétés physiologiques (inexcitabilité). Mais cette dégénérescence n'est pas définitive.

¹ C. R. Congrès Physiol., p. 13.

Après quelques semaines, on constate que le nerf a recouvré son excitabilité : l'irritation électrique du bout périphérique provoque les contractions musculaires d'usage. L'examen histologique y montre un grand nombre de fibres complètement régénérées. Cette régénération est *autogène*, car la dissection la plus minutieuse ne révèle aucune connexion anatomique de quelque importance avec le système nerveux central; l'excitation du nerf régénéré ne donne, d'ailleurs, lieu à aucun effet réflexe ni douloureux.

En sectionnant le nerf régénéré, M. Bethe a pu obtenir une seconde fois la dégénérescence.

M. A. van Gehuchten¹ a fait des constatations analogues. Il estime, cependant, qu'en présence des résultats négatifs obtenus par d'autres auteurs, et vu la haute portée doctrinale de la question, de nouvelles recherches seraient justifiées.

MM. Langley et Anderson², sans vouloir nier la possibilité d'une régénération autogène des fibres nerveuses séparées du système nerveux central, n'ont pu réussir à la mettre en évidence d'une façon irréfutable. Ils insistent sur la facilité avec laquelle s'établissent des connexions entre le bout périphérique du nerf sectionné et le bout central, soit du nerf coupé, soit plutôt des troncs nerveux voisins. Il leur a semblé que le nombre de fibres régénérées dans le bout périphérique correspondait assez bien au nombre de fibres contenues dans les filets nerveux anastomotiques. Là où ces filets nerveux ne purent être démontrés, le bout périphérique du nerf coupé ne contenait pas de fibres régénérées. Leurs expériences parlent en faveur d'une régénération ayant exclusivement pour point de départ les portions de nerf en rapport avec les centres nerveux.

M. H. Braus³ a cherché à résoudre la question par une méthode expérimentale aussi originale que démonstrative. Il ampute sur des larves de Batraciens les moignons des pattes, et les greffe à d'autres endroits du corps. La greffe prend généralement fort bien et les pattes transplantées se développent aisément dans leur nouvelle position. Malgré l'altération complète des rapports anatomiques des parties déplacées, on voit les nerfs y atteindre leur développement normal. La dissection de l'endroit d'implantation n'y révèle que des anastomoses nerveuses insignifiantes avec le système nerveux central. Il est de toute évidence que la plus grande partie des fibres nerveuses dans les troncs des membres transplantés ont dû se former sur place et ne proviennent pas du système nerveux central. La doctrine de l'action trophique et génétique du corps cellulaire du neurone s'accorde dif-

ficilement avec les résultats de ces diverses expériences.

Dans la théorie du neurone, on s'explique fort bien la dégénérescence wallérienne du bout périphérique du nerf coupé. C'est ce que van Gehuchten appelle la proposition affirmative de la loi de Waller, proposition que personne ne songe à nier complètement. Il n'en est plus de même de la proposition négative contenue dans la loi de Waller, proposition en vertu de laquelle le bout central du nerf coupé ne devrait subir aucune altération. Il résulte, en effet, des nombreuses recherches expérimentales de van Gehuchten¹ et d'autres, que, dans certaines circonstances, par exemple à la suite non de la section d'un nerf, mais de son arrachement, on observe non seulement la dégénérescence wallérienne directe du bout périphérique, mais également la dégénérescence wallérienne que l'auteur appelle *indirecte* et qui envahit tout le bout central. Cette dégénérescence *indirecte* a toujours pour point de départ l'atrophie rapide des cellules d'origine, atrophie qui elle-même est de règle après l'arrachement du nerf, mais qui peut se montrer parfois après la simple section. Cette dégénérescence est descendante; elle débute à la cellule d'origine et se propage, de là, dans une direction cellulifuge, vers l'endroit lésé.

Selon Durante, les dégénérescences qui suivent les lésions du système nerveux ne restent pas toujours limitées aux neurones lésés, mais peuvent passer d'un neurone à l'autre.

MM. Babinski, Pitres, Kronthal, Durante ont relevé de nombreux cas où la dégénérescence *wallérienne directe* est inconstante ou irrégulière dans les tubes nerveux d'un même tronc ou même dans les différents segments d'un même tube nerveux.

En présence de l'ensemble de ces faits, qui montrent combien peu les dégénérescences se limitent aux territoires du neurone, Nissl en arrive même à douter des conclusions tirées jusqu'ici de l'étude des dégénérescences secondaires des voies motrices, dont le trajet semblait établi d'une façon irréfutable, à partir des cellules corticales, suivant les voies pyramidales.

Il semble résulter de tous ces travaux que le neurone n'a pas la signification d'une individualité morphologique *unicellulaire*; que, dans tous les cas, la fibre nerveuse périphérique ne peut être considérée comme un simple prolongement émané d'une cellule nerveuse ou comme une portion de cellule.

Le nerf périphérique paraît bien être un élément histologique autonome, d'origine pluricellulaire. Si le neurone survit aux attaques dont il est l'objet de tous côtés, ce sera donc comme *individualité*

¹ C. R. Congrès Physiol., p. 156.

² C. R. Congrès Physiol., p. 114.

³ C. R. Congrès Physiol., p. 55.

¹ C. R. Congrès Physiol., p. 155.

pluricellulaire, comme individualité plutôt physiologique et fonctionnelle qu'anatomique. Durante a proposé le nom de *neurule* pour désigner cette nouvelle conception du neurone.

A ceux que cette question intéresse, nous recommandons la lecture d'un article critique très documenté, dû à la plume savante de M. J. Grasset et paru dans l'*Année psychologique* de 1904 (X, p. 260-283).

2. *Métabolisme des nerfs.* — C'était, il y a quelques années, une opinion reçue et indiscutée que les nerfs périphériques fonctionnent sans dépense appréciable et ne sont pas susceptibles de fatigue. MM. Fröhlich, Tait, von Baeyer¹ ont montré récemment que les fibres nerveuses ont, comme les autres tissus, besoin d'oxygène pour fonctionner et sont, par conséquent, le siège de phénomènes de combustion et d'usure. Les nerfs de grenouille s'asphyxient plus ou moins vite quand on les conserve dans une atmosphère inerte, ne contenant pas d'oxygène; ils perdent leur excitabilité et leur conductibilité. Si l'asphyxie n'a pas duré trop longtemps, on provoque la restauration du nerf en permettant à nouveau l'accès de l'air ou de l'oxygène. Un contact de quelques minutes avec le gaz vivifiant suffit pour assurer de nouveau le fonctionnement du nerf pendant plusieurs heures, alors que le nerf est de nouveau soustrait à l'action de l'oxygène. Il y a donc un véritable emmagasinement de l'oxygène par la substance nerveuse.

M. Thunberg a mesuré directement, au moyen de son *microspiromètre*, la valeur de la respiration élémentaire des nerfs de lapins extraits du corps. La consommation de l'oxygène et la production de CO² sont très appréciables (22^{mm}3 O² par gramme de nerf et par heure).

On commence ainsi à apprécier à leur juste valeur les phénomènes chimiques du métabolisme des nerfs, et à mettre en doute la doctrine de l'*infatigabilité* des nerfs et de leur fonctionnement sans dépense d'énergie.

3. *Vitesse de l'influx nerveux.* — On a cru pendant longtemps que la vitesse de propagation de l'excitation dans les nerfs avait une valeur typique. Les différences que l'on avait trouvées entre la vitesse de l'influx nerveux chez l'homme et chez la grenouille s'expliquaient, en effet, très naturellement par la différence de température des nerfs sur lesquels on (Helmholtz, Baxt) avait expérimenté.

Les expériences faites sur les nerfs des Vertébrés inférieurs et des Invertébrés ont montré que la concordance entre la vitesse trouvée chez la gre-

nouille et chez l'homme était fortuite, et que cette vitesse variait notablement d'un animal à l'autre et, chez un même animal, d'un nerf à l'autre. L'auteur de ces lignes avait trouvé autrefois une vitesse de 6 à 12 m. dans le nerf de la pince du homard (au lieu de 27 m. par seconde pour le nerf sciatique de grenouille). M. Carlson a multiplié récemment les expériences de ce genre. Chez six espèces de Mollusques de Californie, il trouve des vitesses variant entre 44 cm. (*Ariolimax columbianus*) et 435 cm. (*Loligo pealii*) par seconde.

Chez un poisson (*Bdellostoma Dombeyi*), on trouve 250 cm. pour le pneumogastrique, 450 cm. pour le nerf mandibulaire et 250 à 450 cm. dans la moelle épinière; chez une couleuvre, 1.050 cm. pour l'hypoglosse, 1.600 cm. pour la moelle épinière.

Chez les Myriapodes et les Annélides, la propagation de l'excitation dans la chaîne ganglionnaire ventrale présente des différences énormes : 5-4 cm. à 9 cm. chez le *Cerebratulus* et 694 cm. par seconde chez le *Bispira polymorpha*, 20 cm. chez l'*Iulus*, 250 cm. chez le *Scolopendra*.

4. *Réflexes cutanés normaux et anormaux.* — Les physiologistes, et surtout les neuropathologistes, ont décrit dans ces derniers temps un grand nombre de réflexes cutanés, *normaux* et *anormaux*, c'est-à-dire de mouvements réflexes que l'on provoque avec plus ou moins de certitude par l'excitation de certaines régions de la peau. Ainsi, chez les individus normaux, l'excitation de la plante du pied par piqûre provoque la *flexion des orteils*.

On admet, en général, que les réflexes *cutanés normaux* s'opèrent dans la moelle épinière par les *voies pyramidales* ou voies cortico-spinales directes. En effet, ces réflexes disparaissent chez les malades atteints de dégénérescence ou d'altérations des cordons pyramidaux de la moelle épinière. Ils ne se montrent pas non plus chez les très jeunes enfants, chez lesquels, comme on le sait, les voies pyramidales n'ont pas encore atteint tout leur développement. Le réflexe normal de flexion des orteils est, chez ces malades ainsi que chez les jeunes enfants, remplacé par un réflexe *anormal d'extension* (réflexe ou signe de Babinski des orteils).

Les réflexes anormaux ainsi que les réflexes tendineux suivraient la voie extra-pyramidale (cortico-spinale indirecte). Le type du réflexe tendineux est le réflexe tendineux rotulien décrit pour la première fois par Westphal, il y a près de trente ans. Il consiste, comme on sait, dans un mouvement d'extension brusque de la jambe provoqué par la percussion du tendon rotulien au-dessus du genou. Les réflexes tendineux s'exagèrent chez les malades dont les voies pyramidales sont malades.

¹ *Zeits. f. allgem. Physiol.*, 1903-1904.

5. *Coordination des réflexes locomoteurs.* — M. Philippson¹ a vu persister, chez le chien à moelle dorsale coupée, une série de mouvements réflexes des membres postérieurs, parfaitement coordonnés. Il a étudié les conditions de production d'une série de réflexes simples des pattes, dont la combinaison correspond aux mouvements normaux de progression des membres postérieurs : il montre que les mouvements de la marche dans le train postérieur du chien se réduisent à une série, un enchaînement de réflexes successifs, qui se déterminent les uns les autres.

6. *Effets réflexes différents provenant de la même région sensible de la moelle.* — M. Sherrington² a pareillement étudié diverses particularités des mouvements réflexes chez le chien à moelle isolée (par section).

Les réflexes spinaux provoqués dans la patte postérieure par excitation de la plante du pied varient suivant la forme de l'excitation. Une pression extérieure exercée de manière à agir sur les nerfs sensibles de la partie profonde de la plante provoque un réflexe d'*extension* de la patte. Une piqure de la plante provoque, au contraire, un réflexe protecteur de *flexion* et de rétraction de la patte. Pour obtenir le réflexe de grattage, il faut exciter les terminaisons nerveuses des poils et celles que l'auteur appelle *nocipientes* (nerfs de la douleur). Une même région de la peau est ainsi reliée par plusieurs catégories de nerfs centripètes à plusieurs régions motrices de la moelle épinière.

M. et M^{me} Lopicque ont démontré, au moyen de leur interrupteur balistique, les lois de l'excitation du nerf moteur par le courant électrique.

¹ C. R. Congrès Physiol., p. 156.

² C. R. Congrès Physiol., p. 111.

VI. — QUESTIONS DIVERSES.

Rayons N. — Les fameux rayons N continuent à faire beaucoup de bruit dans le monde scientifique, notamment dans celui des physiologistes. M. Lambert, de Nancy, avait bien voulu, au Congrès de Bruxelles, se mettre à la disposition de ses collègues pour leur démontrer quelques-unes des particularités physiologiques de ces rayons. Malheureusement, les conditions de ces démonstrations délicates étaient nécessairement fort defectueuses. Il fallait, au milieu de la fièvre du Congrès, s'arracher aux attractions multiples offertes par les expériences faites dans d'autres locaux, et venir à la hâte, entre deux fractions des séances ordinaires du Congrès, s'enfermer dans la chambre obscure de M. Lambert et chercher à y retrouver le calme nécessaire et le repos rétinien complet indispensable aux essais tout subjectifs sur lesquels devait se baser la constatation de l'action des rayons N.

Il s'agit, en effet, d'apprécier dans l'obscurité de faibles différences d'éclat d'une surface phosphorescente peu lumineuse.

Un certain nombre de physiologistes ont cru voir quelque chose, mais on pouvait se demander s'il ne s'agissait pas de phénomènes d'auto-suggestion pure. L'insuccès relatif de ces expériences ne doit cependant pas procurer un triomphe facile aux adversaires des rayons N. Ce n'est que par des essais prolongés, répétés dans de bonnes conditions, qu'on peut espérer se faire une conviction raisonnée et sérieuse sur une question aussi difficile. L'enquête expérimentale se poursuit en ce moment de différents côtés. Il est prudent d'en attendre les résultats avant de se prononcer.

Léon Fredericq,

Professeur de Physiologie à l'Université de Liège.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

D'Ocagne (M.), Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'École Polytechnique. — **Le Calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques**. 2^e édition. — 1 vol. in-8° de 228 pages, avec 75 figures dans le texte (Prix : 5 fr.). Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905.

La Bibliothèque générale des Sciences vient de s'enrichir d'un traité qui faisait réellement défaut sur les simplifications mécaniques et graphiques des calculs que l'on doit effectuer, soit pour mettre en œuvre ou pour coordonner les résultats de l'expérience, soit même pour aborder des recherches d'ordre général d'après des données numériques variables.

Il faut rappeler que M. d'Ocagne avait déjà publié, en 1894, les conférences sur le calcul simplifié qu'il avait faites au Conservatoire des Arts et Métiers. Mais, sous cette forme très condensée, l'exposé était incomplet et ne constituait pas le livre documentaire qui nous était devenu indispensable, et que M. d'Ocagne nous offre aujourd'hui dans la nouvelle édition, remaniée et considérablement augmentée, de son premier travail.

L'auteur passe en revue successivement : les instruments arithmétiques, les machines arithmétiques, les instruments et machines logarithmiques, les tables numériques, les tracés graphiques (calcul par le trait) et les tableaux graphiques (calcul nomographique).

Dans chacun des chapitres, une partie historique très solide, et qui a dû demander un travail considérable, indique les étapes successives de chacun des procédés de calcul simplifié et nous amène à la description des derniers instruments, machines ou procédés divers les plus perfectionnés; il est d'ailleurs difficile d'analyser, dans une courte note bibliographique, un ouvrage aussi complet au point de vue documentaire, et nous ne pouvons guère qu'indiquer sommairement le contenu de chacun des chapitres. Les chapitres I à IV, formant la première partie de l'ouvrage, sont spécialement consacrés à la simplification du calcul par les propres ressources de l'Arithmétique et de la Mécanique.

Dans le chapitre I, nous retrouvons les instruments arithmétiques manuels, mais non mécaniques, additionneurs et multiplicateurs, maniés comme jouets dans la jeunesse et repris plus tard, à l'âge mûr, pour faciliter les calculs simples. Combien de fois, par exemple, ne nous sommes-nous servis, à défaut de machines, des réglottes de Genaille que nous nous étions fabriquées? Que d'ingéniosité développée dans les petits perfectionnements apportés à ces instruments très simples, depuis le boulier de nos écoles primaires jusqu'à l'appareil de Bollée, en passant par l'arithmographe Troncel?

Mais ces instruments intéressants ne sont pas assez rapides pour le calculateur, et, depuis Pascal, on a cherché à construire ou à perfectionner de vraies machines à rouages plus ou moins complexes.

Ces appareils mécaniques nous sont parfaitement décrits dans le chapitre II, et même on s'étonne que des appareils si difficiles à réaliser au point de vue mécanique aient pu être analysés d'une manière aussi claire. C'est ainsi qu'après la lecture, les célèbres machines de Thomas, de Château (Dactyle), de Tchebichef, de Bollée, de Babbage, de Scheutz n'ont plus guère de secrets.

Dans le chapitre III, l'auteur rappelle d'abord sous une forme accessible à tous le principe des logarithmes et explique le fonctionnement des machines loga-

arithmiques, depuis les règles à calcul que tous les ingénieurs ont aujourd'hui sous la main jusqu'à la savante machine de Torres, servant à résoudre les équations algébriques de degré m en réalisant matériellement le principe des logarithmes d'addition de Gauss.

Le chapitre IV, très court, traite des tables numériques à entrées multiples, qui sont pour le calculateur d'une importance capitale, en tenant de façon permanente à sa disposition les matériaux accumulés par des efforts antérieurs.

Enfin, la seconde partie, formée des deux derniers chapitres, fait ressortir le secours que le calcul peut attendre de la Géométrie, soit par la simplicité et la facilité d'application des propriétés des figures (calcul par le trait, chapitre V), soit à l'aide des procédés généraux de la Nomographie (chapitre VI).

Ce dernier chapitre, qui est entièrement consacré à l'exposé, sous une forme facile à saisir, des principes les plus courants de la Nomographie, offre un intérêt considérable en raison de la simplicité et de la généralité des méthodes qui y sont indiquées; il résume très heureusement, au point de vue spécial des calculs, le traité de Nomographie que M. d'Ocagne a publié en 1899 et où il a, pour la première fois, constitué en corps de doctrine cette branche nouvelle des Mathématiques appliquées. Il s'en dégage, d'ailleurs, de façon fort nette, la démonstration des grands avantages pratiques de la *méthode des points alignés*, proposée dès 1884 par l'auteur lui-même, et dont l'extrême fécondité est attestée par les applications très nombreuses, très diverses, dues à des techniciens de toutes spécialités, dont le livre fournit la mention.

Rappelons, en outre, que cette méthode est la première en date de celles qui utilisent systématiquement, au lieu de lignes cotées, de simples points cotés (échelles graduées), dont les avantages pratiques sont considérables.

Disons, en terminant cet aperçu rapide, que, suivant son habitude, l'éditeur Gauthier-Villars a mis tous ses soins à l'impression de l'ouvrage, mis en vente sous une élégante reliure, et qui est vraiment digne de figurer, à titre de « Traité sur les méthodes de calcul », dans les bibliothèques de tous ceux qui s'intéressent aux sciences et à leurs applications numériques.

BARRIOL,

Actuaire,

Directeur de l'Institut financier et des Assurances.

Sauvage (Edouard), Professeur à l'École nationale supérieure des Mines. — **Manuel de la Machine à vapeur**. — 1 vol. in-12 de 426 pages, avec 250 figures (Prix : 10 fr.). Ch. Béranger, éditeur, Paris, 1905.

Le sous-titre de cet ouvrage indique que c'est un « guide pratique donnant la description du fonctionnement et des organes des machines et des chaudières à vapeur, à l'usage des mécaniciens, chauffeurs, dessinateurs et propriétaires d'appareils à vapeur ». Ces mots valent dans leur laconisme toute une préface, car, en disant pour qui il a écrit ces pages, l'auteur fait savoir de quelle manière il a traité la question; son nom dit le reste. Il paraît presque inutile après cela de donner le titre des douze chapitres dont se compose le manuel: ils constituent un programme complet d'étude des appareils à vapeur. La grande réputation du savant professeur de l'École des Mines nous dispense de faire ressortir la méthode excellente et la remarquable lucidité avec lesquelles sont traitées les multiples questions de la génération et de l'emploi de la vapeur; seule, peut-être, la surchauffe a-t-elle été laissée un peu trop

dans l'ombre; le paragraphe consacré aux prix de revient est aussi un peu écourté, quoique fort intéressant.

Les figures sont très belles et très claires: l'auteur, qui en a donné le dessin, et l'éditeur, qui les a fait exécuter, méritent tous deux d'être loués à cet égard, ainsi que de l'exécution typographique, qui est élégante et irréprochable.

A. WITZ,
Professeur à la Faculté libre des Sciences
de Lille.

2° Sciences physiques

Abraham (Henri), Maître de Conférences à l'École Normale Supérieure. — Recueil d'Expériences élémentaires de Physique. 2^e partie. — 1 vol. in-8° de 434 pages avec 424 figures. (Prix: 6 fr. 25.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

La *Revue générale des Sciences* a déjà rendu compte¹ du premier fascicule de cet ouvrage, dont la publication a été provoquée par les récentes réformes de l'Enseignement secondaire.

On sait que l'enseignement de la Physique, accompagné d'exercices pratiques au laboratoire, se trouve réparti sur trois années dans les nouveaux « cycles d'études ». Les cours relatifs à une ou deux seulement de ces années existaient dans les lycées, au moment où ce premier fascicule a paru, de sorte que les sujets d'expériences qui y sont traités (Mécanique, Hydrostatique, Chaleur) suffisaient, à cette époque, aux parties déjà existantes du nouvel enseignement.

Depuis lors, l'organisation des cours a été complétée, et la troisième année des cycles fonctionne actuellement en même temps que les deux premières.

D'autre part, dès l'an dernier, les résultats donnés par l'introduction des exercices pratiques de Physique dans ces classes avaient paru assez bons pour que la Commission interministérielle, nommée pour la révision des programmes des Classes de Mathématiques spéciales, ait émis le vœu de voir introduire également ces exercices dans les programmes de préparation aux grandes Ecoles du Gouvernement. Ce vœu a été ratifié en haut lieu, et cette partie de l'enseignement aura, dès cette année, une sanction aux examens d'entrée de l'École Polytechnique.

On comprend alors que les professeurs de Physique attendaient impatiemment la publication de la seconde partie de l'ouvrage de M. Henri Abraham.

Cette seconde partie, qui est notablement plus étendue que la première, se rapporte à l'Acoustique, à l'Optique et à l'Électricité.

On y retrouve les qualités qui distinguaient le premier fascicule. L'auteur donne la description, succincte, mais cependant complète, d'une foule de dispositifs permettant de réaliser, avec un matériel généralement simple et modeste, de nombreuses expériences qualitatives et quantitatives.

C'est, naturellement, l'Électricité qui, avec la multiplicité et la souplesse des combinaisons auxquelles elle se prête, occupe la majeure partie (environ les deux tiers) de l'ouvrage.

On trouve là, non seulement des expériences très démonstratives appartenant à la catégorie des « expériences de cours », mais des indications détaillées sur les mesures des diverses grandeurs qui se rattachent aux phénomènes électriques et magnétiques.

La plupart de ces mesures ne se rapportent pas seulement aux questions qui sont du domaine exclusif du laboratoire, mais à celles qui sont du domaine de la pratique industrielle courante, de sorte que la réunion de ces méthodes intéressera aussi bien les techniciens en matière de mesures électriques que les professeurs de Physique proprement dits.

Cet ouvrage comble, de la manière la plus heureuse, une lacune qui existait dans l'enseignement expé-

mental de la Physique, et l'on peut assurer que ce second fascicule sera accueilli, par tous ceux qui sont chargés de cet enseignement, avec la même faveur que son aîné.

E. COLARDEAU,
Professeur de Physique au Collège Rollin.

Galine (L.) et Saint-Paul (B.). — Éclairage (Huiles, Alcool, Gaz, Électricité, Photométrie). 2^e édition. — 1 vol. in-8° de 696 pages et 308 figures. (Prix: 15 fr.) Veuve Dunod, éditeur. Paris, 1905.

Ce livre est actuel, car nous traversons une époque qui est bien celle de la lumière à outrance. Nous sommes loin du quinquet traditionnel: la lutte sans merci de l'électricité et du gaz se continue depuis plus de vingt ans, avec des armes à peu près égales, et a contribué à ces admirables résultats qui nous ont rendus, les uns et les autres, si difficiles sur la qualité et l'intensité de l'éclairage. Les auteurs de l'*Éclairage* ont bien compris l'intérêt qui s'attache également aux diverses sources de lumière, et, dans leur ouvrage, ils ont attribué à peu près autant d'importance au gaz et à l'électricité.

La fabrication du gaz est décrite dans tous ses détails, et les données techniques, très complètes, sont toujours accompagnées de figures, qui sont loin de nuire à l'exposé. Le gaz produit doit être ensuite distribué et consommé: des chapitres très fournis sont consacrés à l'établissement des conduites et compteurs et des brûleurs. C'est dans cette partie de l'ouvrage que sont décrits les multiples progrès qui ont eu le plus d'influence sur le sort de l'industrie du gaz et lui ont permis de lutter avec succès contre l'éclairage électrique: c'est là qu'on trouvera des renseignements théoriques et pratiques très intéressants sur la lumière incandescente et sur les foyers intensifs à haute pression. De nombreux tableaux, donnant à la fois les pouvoirs éclairants et les consommations des divers systèmes de becs, montrent comment l'amélioration porta des deux côtés, grâce aux beaux travaux des Auer, Baudsept, Denayrouse, Kern, etc. Une histoire complète du gaz de houille de Lebon devait entraîner celle de tous les gaz spéciaux plus ou moins pratiques dont on a parlé dans ces derniers temps: acétylène, gaz à l'air, gaz à l'huile, gaz à l'eau. Le seul à retenir est ce dernier, en raison de l'importance capitale qu'il est en train de prendre dans les usines à gaz, où il contribuera à abaisser le prix de revient du mètre cube de gaz en utilisant une bonne partie du coke, sous-produit de la distillation, et en empêchant la dissociation des hydrocarbures à l'intérieur des cornues. Peut-être les auteurs de l'*Éclairage* auraient-ils pu s'arrêter un peu plus sur un facteur qui n'est plus négligeable pour le gazier. Cette légère critique mise à part, il faut reconnaître que l'étude est très complète et rendra des services précieux aux ingénieurs d'usines à gaz.

L'éclairage électrique est passé en revue avec la même conscience; mais ici la production du courant est mise de côté, les auteurs se contentant d'étudier de très près les différents régulateurs de lampes à arc en vase clos, les lampes à courants alternatifs et les lampes à incandescence. La fabrication des charbons et des lampes, ainsi que les installations électriques avec appareils et accessoires, complètent nécessairement ce véritable manuel de praticien. MM. Galine et Saint-Paul donnent quelques indications sur les autres modes d'éclairage: à l'huile végétale, aux huiles minérales et à l'alcool, et terminent leur intéressant traité par un véritable cours de photométrie, où ils expliquent les méthodes les plus récentes employées aujourd'hui pour la mesure des foyers colorés ou très intenses. Le dernier chapitre sera du goût des gens pratiques, car les auteurs ont eu l'heureuse idée d'y traiter dans toute leur ampleur de véritables projets d'éclairage, établis sur des données très précises. Ce sont là des gabarits dont on pourra tirer très avantageusement parti dans tous les cas. EMILE DEMENGE,
Ingénieur civil.

¹ *Rev. gén. des Sc.*, t. XV, p. 611.

Pacottet (P.), *Chef de laboratoire à l'Institut national agronomique.* — **Vinification (Vin, Eau de vie, Vinaigre).** — 1 vol. in-16 de 448 pages de l'*Encyclopédie agricole* (Prix : 5 fr.). Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1905.

Le volume de M. Pacottet contient un résumé de l'état actuel de nos connaissances en vinification. Ces connaissances sont évidemment encore fort incomplètes, et cette industrie agricole, si importante en France, est susceptible de grands progrès. M. Pacottet expose ceux qui ont déjà été accomplis. Nous avons des données assez précises sur la composition des raisins et des mûts, sur les conditions de fonctionnement des levures. Nos connaissances sont moins avancées en ce qui concerne les maladies des vins; il est vrai que c'est là une question fort délicate. M. Pacottet, qui l'a étudiée avec M. Mazé, de l'Institut Pasteur, n'a pas cru devoir faire figurer dans son volume les résultats qu'il a obtenus et qu'il n'a pas jugés assez complets. Nous espérons que ces travaux feront prochainement l'objet d'un volume qui sera accueilli avec grand intérêt par les œnologues.

M. Pacottet a terminé son livre par un chapitre sur les Eaux de vie et un chapitre sur le Vinaigre.

X. ROCQUES,

Ingénieur-chimiste,

Ancien chimiste principal du Laboratoire municipal de la Ville de Paris.

3° Sciences naturelles

Parker (T. J.), *Professeur de Biologie à l'Université d'Otago.* — **Leçons de Biologie élémentaire.** — 1 vol. in-8° de 496 pages, avec 127 illustrations. Traduction sur la dernière édition anglaise par le Dr A. Marie. C. Naud, éditeur. Paris, 1904.

La Biologie est une science abstraite, qui est plutôt constituée par des idées scientifiques que par des faits. Pour essayer de faire comprendre ces idées aux débutants, on peut leur faire étudier une série appropriée de types concrets d'animaux et de plantes. L'idée n'est pas neuve : il y a déjà longtemps que Huxley et Martin l'avaient appliquée dans leur traité de Biologie pratique; elle a été reprise par M. Parker, professeur de Biologie à l'Université d'Otago, en Nouvelle Zélande.

L'ouvrage de M. Parker comprend, en effet, un exposé de la structure, de la physiologie et de la biologie de quarante-deux types d'organismes, classés d'après l'ordre croissant de leur complexité. Vingt de ces types sont des organismes unicellulaires et non cellulaires (?). Le premier étudié est naturellement l'Amibe; la description que Parker donne de cet animal si simple est, à mon sens, trop classique : elle est excellente au point de vue morphologique, mais les caractères généraux des êtres vivants s'en dégagent mal; en particulier, l'importance du noyau, son rôle dans l'assimilation, ne sont pas suffisamment mis en évidence; si Parker insiste sur le mode de nutrition de l'Amibe, qu'il qualifie de nutrition holozoïque et continue, par opposition à la nutrition holophytique et périodique de l'*Hæmatococcus*, et à la nutrition saprophyte et continue de l'*Heteromita*, il n'indique pas les expériences si simples et si élégantes (coloration sur le vivant) qui ont permis de mettre en évidence la fonction digestive chez les organismes unicellulaires. Ainsi, dès le début, se manifeste la tendance d'esprit dominante de l'auteur : les considérations tirées de la forme priment celles tirées de la fonction; et c'est vraiment fâcheux dans un livre qui a la prétention d'enseigner la Biologie. C'est surtout la complexité variable de la structure qui paraît intéresser Parker, car, après avoir décrit les organismes monocellulaires les plus simples (Amibes, Levures, Bactéries), il décrit les organismes unicellulaires ou non cellulaires, chez lesquels on trouve une complexité considérable de la structure, et montre que cette complexité est atteinte tantôt par différenciation du corps cellulaire (cinq types d'Infusoires ciliés), tantôt par différenciation d'une

enveloppe cellulaire ou par formation d'un squelette (Foraminifères, Radiolaires, Diatomées), tantôt par élongation du corps (*Mucor*, *Vaucheria*, *Caulerpa*). Parmi les êtres pluricellulaires, il distingue de même des agrégats linéaires (*Penicillium*, *Agaricus*, etc.), des agrégats superficiels (*Monostroma*), des agrégats solides à différenciation cellulaire poussée plus ou moins loin.

La forme étant presque tout pour l'auteur, peu lui importe le milieu où cette forme se trouve réalisée. Sur 42 types étudiés, il en a choisi seulement 13 vivant dans le milieu marin; or, dans l'eau douce, les manifestations vitales sont beaucoup moins intenses et moins variées que dans l'eau de mer; maintenant, on considère même souvent les types d'eau douce comme dérivant des types marins par une sorte de dégradation, et l'on a été jusqu'à voir dans certains Protozoaires des Méta-zoaires dégénérés. Ainsi, le livre de Parker ne nous présente guère que l'un des multiples aspects de la vie sur notre planète. Il est vrai qu'il est plus facile de se procurer des êtres d'eau douce que des êtres marins; mais Parker ne peut invoquer cette excuse, car son traité n'est pas un traité pratique. Il le dit lui-même : ayant à décrire un type de Ver annelé, il substitue le *Polygordius*, animal marin excessivement rare, au Ver de terre, séduit par la simplicité des formes chez le *Polygordius*. « Cette substitution n'est, dit-il, bien entendu, possible qu'en raison de la destination du livre, écrit pour l'étude et non pour le laboratoire; mais j'ai la conviction intime que l'étudiant qui connaîtra la description du *Polygordius*, ne fut-ce que d'après des figures et des descriptions, sera beaucoup plus à même de profiter, par une étude pratique, de la connaissance de l'un des vers supérieurs ». Cette phrase caractérise l'auteur et son livre : il choisit le *Polygordius* parce qu'il réalise un schéma morphologique; la Biologie de Parker rappelle la Zoologie concrète du Professeur De-lage : c'est l'étude d'une série de types morphologiques.

Il est vrai que l'ouvrage renferme, en outre, la discussion, en un certain nombre de leçons spéciales, de quelques sujets d'importance générale : cellules et noyaux, biogénèse et abiogénèse... origine des espèces..., spermatogénèse et ovogénèse...; mais, en lisant ces pages, on se croit reporté à plus de trente ans en arrière, à une époque où l'on discutait avec acharnement sur la théorie cellulaire, la génération spontanée, les limites des deux règnes du monde organique. Actuellement, ce ne sont plus ces questions qui passionnent les biologistes : ceux-ci s'intéressent surtout à l'influence du milieu et du genre de vie sur la matière vivante; on suit l'évolution des formes depuis l'œuf jusqu'à l'adulte, en cherchant, au moyen d'observations physiologiques, à se rendre compte du conflit entre les causes actuelles et les causes passées. Or, c'est à peine si l'auteur signale les phénomènes de la segmentation de l'œuf, de la formation de la blastule, de la gastrule, pendant lesquels une masse de protoplasma qui a cessé d'assimiler subit en quelque sorte passivement les forces héréditaires; c'est là une lacune regrettable que, dans l'enseignement élémentaire de la Biologie en France (P. C. N.), on a comblée depuis longtemps. De plus, l'étude des animaux supérieurs étant négligée, se réduisant à celle du *Polygordius*, de l'Etoile de mer, de l'Écrevisse, de la Moule d'eau douce, du Chien de mer, une foule de questions relatives à la vie parasitaire, à la vie pélagique, à la progénèse, à la pacilogonie, à la castration parasitaire, au mimétisme..., sont complètement laissées de côté.

L'ouvrage est plutôt un livre d'Anatomie comparée, qui n'a même pas le mérite de se lire facilement. C'est dommage, car il serait important d'avoir un livre de Biologie vraiment moderne, facilement lisible, susceptible de contrebalancer, dans une certaine mesure, l'influence néfaste de certains traités, tels que certains traités français de Botanique.

GEORGES BOHN,

Agrégé et docteur ès sciences,

Préparateur-chef à la Faculté des Sciences de Paris.

4° Sciences médicales

Blanchard (R.), *Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Les Moustiques : histoire naturelle et médicale.** — 1 vol. in-8° de xiii-673 pages et 316 figures. (Prix: 25 fr.). F. de Rudeval, éditeur. Paris, 1905.

L'étude des Moustiques et des maladies qu'ils inoculent à l'homme constitue le chapitre le plus important et le plus intéressant de la Médecine contemporaine. Quand Patrick Manson, Ross, Grassi et Finlay eurent démontré qu'ils étaient les agents d'inoculation de la filariose, du paludisme et de la fièvre jaune, tout le monde voulut étudier ces dangereux insectes. On en récolta dans toutes les régions; les musées et les laboratoires en reçurent de tous les points du globe, et les spécialistes luttèrent d'activité pour résister au flot envahissant et pour décrire, les premiers, les espèces les plus intéressantes. Nous sommes loin, à l'heure actuelle, des six espèces de *Culex* décrites par Linné. En 1900, M. R. Blanchard comptait déjà 237 espèces de Moustiques; en 1901, M. Théobald élevait leur nombre à 319, et il n'est pas téméraire de penser que le nombre actuel est d'environ 400 espèces réparties dans 54 genres. Il est vrai qu'il y aurait bien des critiques à faire à ces travaux: beaucoup d'espèces, décrites comme nouvelles, ne le sont pas, et certains genres, eux-mêmes, ne sont pas à l'abri de toute critique. Les travaux de M. Théobald sont venus révolutionner complètement la classification des Moustiques; mais, en donnant trop d'importance à des caractères essentiellement secondaires, et d'ailleurs souvent très difficiles à constater, tels que la forme et la disposition des écailles, ils ont produit une classification par trop artificielle et compliquée, qui a rendu l'étude des Moustiques extrêmement difficile pour les non spécialistes. Le livre du Professeur Blanchard rendra, à ce point de vue, d'immenses services, car c'est une mise au point des travaux les plus récents. On y trouvera la diagnose de tous les genres et de presque toutes les espèces, diagnose qui se trouve singulièrement facilitée par de nombreuses clefs dichotomiques. C'est un livre qui va devenir le livre de chevet de tous les médecins de marine ou des colonies. Il leur permettra de déterminer eux-mêmes les espèces qu'ils auront rencontrées.

Dans une seconde partie, M. Blanchard étudie les Moustiques en tant qu'agents pathogènes. Il se trouve ainsi amené à décrire les parasites qu'ils transmettent à l'homme et les redoutables maladies qui en sont la conséquence: paludisme, fièvre jaune, filariose. Nous indiquerons en passant que cette partie n'intéresse pas seulement les médecins, mais aussi les naturalistes et les vétérinaires, puisque, entre autres exemples, à propos du paludisme, l'auteur passe en revue toutes les hémospories et décrit, à propos de la filariose, la *Filaria immitis* du chien. On trouvera des données extrêmement importantes qui ne se rencontrent encore dans aucun ouvrage classique; c'est ainsi que les récents travaux de Schaudinn, qui viennent bouleverser nos conceptions relativement à la biologie des Hématozoaires, y sont exposés de main de maître.

À propos du paludisme, l'auteur discute la question de l'unité ou de la pluralité des espèces d'hématozoaires, et il montre qu'indubitablement il existe au moins trois espèces (*Plasmodium vivax*, *P. malariae* et *P. falciparum*), dont il donne, avec détails, le développement et la diagnose.

L'un des chapitres les plus importants, pour les notions pratiques qui en découlent, est certainement celui de la prophylaxie. L'auteur montre comment on peut détruire les Moustiques sous leurs différents états et, en particulier, comment pratiquement on peut détruire les larves et les nymphes par le pétrolage des eaux. Il décrit les différents moyens qui permettent de se protéger contre la piqure et insiste

plus particulièrement sur les toiles métalliques, qui constituent, à l'heure actuelle, le mode de protection le plus simple et le plus effectif. On trouvera également un excellent exposé des mesures préventives prises à la Havane contre la fièvre jaune. Les gouvernements et les municipalités trouveront là le meilleur exemple à suivre pour protéger une ville ou un port contre les terribles fléaux transmis par les Moustiques. Quant à ceux qui ne peuvent se protéger par les procédés de prophylaxie mécanique, ils apprendront comment on peut établir une thérapeutique préventive et curative: la méthode préventive de Grassi par l'éosanophèle et tous les documents relatifs à la réglementation légale du traitement préventif en Italie par la quinine. On apprendra, enfin, dans les pays où les Pouvoirs publics se désintéressent des grandes questions d'hygiène publique, comment l'initiative privée peut grouper les efforts et tirer parti des différentes méthodes prophylactiques en vue d'assainir toute une région. La *Ligue corse contre le paludisme* et la *Ligue contre le paludisme en Algérie* en constituent chez nous le meilleur exemple. Les médecins et les administrateurs pourront donc apprendre comment on peut détruire les Moustiques et se mettre à l'abri de leur piqure; comment on peut assainir les campagnes, les villes et les ports; comment on peut se mettre à l'abri des hématozoaires et les détruire quand ils ont envahi notre organisme. C'est, on le voit, un chapitre d'hygiène pratique d'une importance incontestable.

Il n'est pas jusqu'aux travailleurs de laboratoire à qui ce livre ne doive rendre de signalés services, en indiquant aux voyageurs, naturalistes ou médecins, comment ils pourront récolter et élever les Moustiques; comment ils devront les conserver, les préparer et même les expédier en vue des recherches anatomiques ou des collections. Ainsi sera facilité le travail préliminaire qui permettra ensuite aux spécialistes des déterminations plus faciles et plus exactes sur des exemplaires en parfait état.

Le livre du Professeur Blanchard, sous une forme aussi précise que possible, résume l'état de la science dans des questions qui intéressent au plus haut point la médecine européenne et surtout la médecine coloniale. C'est un livre qui sera lu par les professeurs comme par les étudiants, par les médecins traitants comme par les savants de laboratoire, par les médecins de marine et les médecins coloniaux, les colons et les administrateurs, les voyageurs et les naturalistes. C'est, en un mot, un livre qui était impatientement attendu par tous ceux qui s'intéressent aux questions qui y sont traitées; ils auront maintenant la chance de ne plus avoir à se livrer aux recherches pénibles et souvent fastidieuses que l'auteur a eu le courage de s'imposer pour élaborer cet important travail.

Le Professeur Blanchard était, du reste, mieux placé que quiconque pour mettre au point ces questions, qu'il enseigne à la Faculté de Médecine de Paris. Il existe encore des personnes qui pensent que la chaire d'Histoire naturelle médicale est restée ce qu'elle était autrefois; en réalité, elle a subi une évolution naturelle et s'est transformée en chaire de Parasitologie. Rien, mieux que le présent ouvrage, ne peut montrer l'importance de cette science nouvelle, qui marche actuellement à la tête du mouvement médical moderne et que les ignorants seuls peuvent encore considérer comme accessoire. Il s'agit, en réalité, de notions fondamentales que M. R. Blanchard enseigne non seulement aux étudiants de la Faculté de Paris, mais encore aux nombreux docteurs français et étrangers qui viennent suivre les cours de l'Institut de Médecine coloniale, fondé à Paris sur son initiative.

Disons, en terminant, que ce livre fait grand honneur à la maison d'éditions R. de Rudeval par la façon élégante dont il est présenté, comme par la perfection des figures et du tirage.

Dr J. GUIART,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

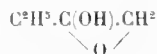
Séance du 15 Mai 1905.

M. le Président annonce le décès de M. A. Potier, membre de l'Académie. — M. Louis Henry est élu correspondant pour la Section de Chimie.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. Stephanos étudie le problème des forces donnant lieu à des trajectoires coniques. En dehors des solutions comprises dans le cas considéré par Bertrand, ce problème n'admet aucune autre solution. — S. A. le prince de Monaco décrit des expériences d'enlèvement d'un hélicoptère exécutées dans une salle du Musée de Monaco. — MM. J. Mascart et W. Ebert décrivent la nouvelle lunette méridienne photographique pour la détermination des ascensions droites installée à l'Observatoire de Paris sur les indications de M. Lippmann; avec quelques perfectionnements, cet appareil pourra rendre de grands services à l'Astronomie d'observation.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. J. Violle et Th. Vautier ont étudié la propagation des sons musicaux dans un tuyau de 3 mètres de diamètre et de près de 3 kilomètres de longueur. Ils conservent toutes leurs propriétés acoustiques; les sons graves sont transmis avec la même vitesse que les sons aigus; la durée de propagation des harmoniques est indépendante de la hauteur du son fondamental initial et de la nature de l'instrument. — MM. Ch.-Eug. et H. Guye ont étudié l'influence des pressions élevées sur la décharge disruptive dans les gaz. Jusqu'à 10 atm., le potentiel explosif croît linéairement avec la pression; au delà, le rapport du potentiel explosif à la pression va en diminuant. — M. G.-A. Hemsalech a reconnu que les courants de Foucault augmentent la fréquence d'oscillation par seconde de l'étincelle oscillante sans influer sur le nombre des oscillations dans chaque décharge. L'hystérésis du fer détruit les oscillations et en diminue plus ou moins la fréquence. — M. S. Turchini a observé que l'impression radiographique à intensité constante d'un tube à rayons X augmente avec l'étincelle équivalente jusqu'à 10 centimètres d'étincelle; au delà, la courbe est pratiquement confondue avec une asymptote horizontale. — M. Eug. Bloch a constaté que les ions contenus dans les gaz issus d'une flamme prennent, au bout d'un temps suffisamment long, une mobilité d'équilibre de l'ordre de 0,01^{mm}. Ils doivent donc être classés dans la catégorie des gros ions. — M. G. Meslin a étudié le coefficient d'aimantation des solutions aqueuses; le pouvoir magnétique ne se conserve pas toujours dans le phénomène de la dissolution, du moins lorsqu'il s'agit de sels fortement magnétiques. — M. P. Weiss, par l'étude des propriétés ferromagnétiques de la pyrrhotine, montre que l'édifice complexe du cristal est formé par la juxtaposition de cristaux élémentaires associés dans le plan magnétique sous des orientations différant de 120°. — M. A. Guébard montre l'identité de cause du silhouettage blanc et du silhouettage noir en photographie. — M. D. Gernez estime que la tribo-luminescence n'est pas une propriété spéciale surtout aux composés organiques; on l'a déjà trouvée sur 70 composés purement minéraux. — M. Pernter montre que le halo extraordinaire décrit récemment par M. Besson lève tous les doutes quant à la réalité de l'arc tangent de Bravais. — M. M. Berthelot a reconnu qu'à la température de ramollissement, la paroi des vases de verre, comme celle des vases de silice fondue, est perméable aux gaz; ces vases sont alors susceptibles d'échanger,

par voie osmotique, les gaz qu'ils renferment avec les gaz atmosphériques. — M. C. Matignon a déterminé quelques propriétés des chlorures anhydres de La, Pr, Nd et Sa; D = 3,947; 4,017; 4,195; 4,465; F = 907°, 818°, 785°, 686°; chaleur de formation = 80,3 cal.; 73,9 cal.; 71,6 cal.; 64,2 cal. — M. P. Alvarez, en faisant agir sur un sel soluble de rhodium un excès de soude, puis le mélange gazeux obtenu par action à froid de HCl concentré sur HClO₃, a obtenu une belle coloration bleue caractéristique, due à la formation de perrhodate de sodium. — M. E. Chablay, en faisant réagir les métaux-ammoniums sur les alcools primaires, secondaires ou tertiaires, a obtenu avec un bon rendement les alcoolates: $RCH_2OH + AzH_2Na = R.CH_2ONa + AzH_2 + H$. — M. A. Kling a préparé le propionyl-carbinol et quelques-uns de ses dérivés; les réactions de cet alcool montrent qu'il est comparable à son homologue inférieur l'acétol et qu'en solution aqueuse il prend la forme



— MM. A. Guyot et J. Catel: Contribution à l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane (voir p. 537). — MM. A. Haller et C. Martine, en hydrogénant la pulégone en présence de nickel réduit, ont obtenu: 1^o des pulégomenthones, C¹⁰H¹⁸O, dont le mélange bout à 94-95° sous 46^{mm}; [α]_D = -50°43; 2^o des pulégomenthols, C¹⁰H²⁰O, dont l'un est identique au menthol naturel et l'autre fond à 84°-85°; ce dernier donne un phtalate qui, saponifié par la potasse, fournit un pulégomenthol isomère, liquide sirupeux. — MM. L. Maquenne et Eug. Roux ont constaté que l'amidon naturel est un mélange de deux substances essentiellement différentes: l'amylocellulose, intégralement soluble dans l'eau surchauffée, se transformant en maltose sous l'action du malt, et l'amylopectine, non saccharifiable par le malt, se gélifiant sous l'action de l'eau bouillante. L'amidon artificiel ne diffère de l'amidon naturel que par l'absence d'amylopectine. — MM. M. Piettre et A. Vila, à la suite de la communication de MM. Ville et Derrien, estiment qu'il n'y a pas encore de raisons suffisantes pour admettre l'existence d'une méthémoglobine fluorée. — M. F. Battelli et M^{lle} L. Stern admettent que l'anticatalase forme probablement avec la catalase une combinaison labile, qui est détruite par la philocatalase avec régénération de la catalase.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. R. Odier a étudié les terminaisons des nerfs moteurs dans les muscles striés de l'homme; un nerf afférent aborde perpendiculairement une fibre musculaire et s'engage sous le sarcolemme. — M. E. Solvay essaie de dissocier les deux éléments de la dépense énergétique du muscle en travail: l'énergie de sustentation et le travail d'élevation. — M. G. Delacroix décrit une nouvelle pourriture bactérienne des choux, qui se produit surtout dans les sols tourbeux de marais desséchés et qu'il attribue à un bacille qu'il a isolé: le *Bacillus brassicaevorus*. — MM. E. Chuard et F. Porchet ont constaté que le traitement à la bouillie bordelaise laisse sur les feuilles de vigne (prises au moment de la vendange) de 4,5 à 19 % du cuivre appliqué, le traitement à la bouillie bourguignonne de 3,3 à 22 %, et le traitement au verdet neutre de 8,8 à 31,9 %. — M. H. Lagatu expose un projet de classification et de nomenclature des terres arables d'après leur constitution mécanique. — M. A. Lacroix a reconnu que les carbonates de magnésie de Santorin représentent, à l'état naturel, les diverses

formes de magnésie blanche des laboratoires; ils ne doivent pas être considérés comme des minéraux primaires de fumarolles volcaniques, mais comme des produits formés par une réaction secondaire aux dépens des minéraux normaux de celles-ci. — MM. M. Lugeon et E. Argand ont observé, dans la partie de la zone Mont Rose-Piémont comprise entre Bonneval et le massif du Tessin, l'existence de sept nappes de recouvrement superposées, plus ou moins digitées, toutes déversées vers l'extérieur de la chaîne.

Séance du 22 Mai 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Lebesgue indique une condition générale de convergence des séries de Fourier. — M. E. Vessiot présente ses recherches sur les courbes minima.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Duhem a comparé ses résultats théoriques sur l'hystérésis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant à ceux que M. Maurain a obtenus expérimentalement. La théorie proposée explique bien les faits observés. — MM. A. Jaquerod et O. Scheuer ont déterminé la compressibilité de différents gaz au-dessous d'une atmosphère et en ont déduit leurs poids moléculaires par la méthode des densités limites. Ceux-ci coïncident pratiquement avec les résultats des meilleures méthodes analytiques pour les gaz éloignés de leur point d'ébullition; pour les gaz facilement liquéfiables, les poids moléculaires calculés sont trop faibles. — M. Ph.-A. Guye a déterminé le poids atomique de l'azote d'après le rapport des densités de l'azote et de l'oxygène. Il trouve 14,009, valeur qui concorde avec la moyenne des autres déterminations physico-chimiques. — M. H. Pélabon a étudié la fusibilité des mélanges que le sulfure d'antimoine forme avec le sulfure cuivreux et le sulfure mercurique. Les résultats permettent de calculer la constante cryoscopique du sulfure d'antimoine, qui est égale à 788. — M. Ph. Landrieu a déterminé les limites de la réaction entre l'acétone et le chlorhydrate d'hydroxylamine et les variations de cette limite avec la dilution. Le phénomène est représenté par la formule $X/(1-x)^2N = \text{constante}$, où x est la proportion d'oxime formée et N le nombre de molécules dissoutes. — M^{lle} P. Cernovodeanu et M. V. Henri poursuivent leurs recherches physico-chimiques sur l'hémolyse. Il existe une relation très étroite entre la vitesse d'absorption de l'hémolysine par les globules et la loi suivant laquelle se produit l'hémolyse. — M. E. Chablay, en faisant réagir les métaux-ammonium sur les alcools polyatomiques (glycol, glycérine, érythrite, mannite), a obtenu des alcoolates monosubstitués. — M. R. Marquis a constaté que, en présence de corps capables de se combiner à l'hydroxylamine, deux molécules d'acide benzhydroxamique perdent une molécule d'hydroxylamine pour former une molécule d'acide dibenzhydroxamique. — M. Ch. Schmitt a préparé les éthers mésoxamiques avec un rendement atteignant 65 %, en faisant passer un courant de vapeurs nitreuses dans les éthers maloniques correspondants en présence d'anhydride acétique et d'éther. Ces éthers se condensent avec les éthers cyanacétiques en présence de pyridine. — MM. R. Fosse et L. Lesage ont préparé les sels doubles halogénés de quelques métaux et du dinaphtopyrrole. — MM. J. Wolff et A. Fernbach étudient les circonstances qui influent sur l'état physique de l'amidon. Par un simple changement dans la réaction des sels qui l'accompagnent, on arrive à rendre l'amidon impropre à la coagulation. — M. Ch. Porcher, par l'application du procédé de von Wittich (à l'éther saturé d'eau) à l'intestin des animaux à la mamelle, a obtenu un extrait très riche en lactase et très propre à l'étude de cette diastase. — MM. G. Halphen et A. Riche ont constaté que l'addition de faibles quantités d'acides aux solutions de colorants dits acides augmente leurs propriétés tinctoriales dans les coupes histologiques; la teinture des colorants basiques est facilitée par la présence de petites quantités d'alcalis. Ces résultats

s'expliquent en tenant compte des propriétés à la fois acides et basiques des albuminoïdes. — M. G. André a étudié les transformations des matières azotées chez les graines en voie de maturation; elles sont inverses de celles qui se produisent pendant la germination.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. P. Fauvel a étudié sur lui la valeur alimentaire des différents pains. Le pain complet n'offre aucun avantage sur le pain bis; il ne fournit pas sensiblement plus d'acide phosphorique assimilable et il abaisse le taux de l'urée au lieu de l'augmenter. Le pain bis, au contraire, donne des résultats supérieurs au pain blanc, sans avoir aucun des inconvénients du pain complet. — MM. L. Vallois et C. Fleig ont étudié le graphique respiratoire chez le nouveau-né; l'irrégularité si prononcée qu'il manifeste ne paraît résulter que du manque d'habitude de cette fonction nouvelle et de l'imperfection ou de l'absence des actions régulatrices. — M. J. Chaîne expose ses idées sur l'origine des insertions tendineuses des muscles polygastriques. — M. Y. Delage a constaté qu'une augmentation de pression osmotique n'est pas nécessaire pour déterminer la parthénogénèse expérimentale; d'autre part, il a obtenu la segmentation avec des solutions de chlorure de manganèse, de phosphate acide de sodium, etc. — S. A. le Prince de Monaco indique les principaux résultats de la campagne scientifique de la *Princesse Alice* en 1904. — M. L. Gauthier a observé que la plante hospitalière pour laquelle le *Melampyrum pratense* semble avoir une préférence marquée est le hêtre; ses suçoirs se fixent aux racines et s'allient intimement aux mycorhizes de l'arbre. — M. C. Houard a étudié les variations des caractères histologiques des feuilles dans les galles du *Juniperus oxycedrus* du Midi de la France et de l'Algérie. — M. L. Jecker décrit quelques minéraux des mines de zinc et de plomb du Djebel Resas (Tunisie), en particulier la césusite et la badhillite.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Mai 1905.

M. Kermorgant présente le Rapport sur le concours pour le Prix Larrey. — MM. El. Metchnikoff et Em. Roux présentent leurs recherches microbiologiques sur la syphilis. On sait que Schaudinn a observé récemment, dans plusieurs accidents primaires syphilitiques chez l'homme, la présence de deux espèces de spirilles: la *Sp. rofringens*, relativement grand, à spires en forme de vagues, facilement colorable, et le *Sp. pallida*, très petit, en forme de tire-bouchon et ne se colorant que par des substances spéciales (solution de bleu d'azur et d'éosine de Giemsa); ce dernier serait l'agent spécifique de la syphilis. MM. Metchnikoff et Roux ont recherché le spirille pâle dans les lésions des singes syphilitiques et ils sont parvenus à l'observer dans quatre cas sur six. Leurs recherches viennent donc confirmer les travaux de Schaudinn.

Séance du 23 Mai 1905.

MM. Ehrlich et Ramon y Cajal sont élus associés étrangers de l'Académie.

M. L.-G. Richelot présente un Rapport sur un Mémoire de M. Suarez de Mendosa relatif au traitement des corps étrangers de l'œsophage. L'auteur y recommande la dilatation de l'œsophage à l'aide de l'instrument Collin-Verneuil ou du ballon de Tarnier, combinée avec l'extraction au moyen du panier de Graefe. — M. P. Fabre a étudié les effets provoqués par les piqûres des Hyménoptères sur l'organisme; ils constituent un véritable empoisonnement. Les piqûres d'abeilles, outre un œdème érysipélateux des régions atteintes, peuvent provoquer des troubles généraux graves et même la mort. La piqûre du bourdon, et surtout celle des guêpes et des frelons, semblent introduire dans l'organisme un poison plus subtil; une piqûre suffit bien souvent à produire des troubles de nature syncopale et à amener des éruptions générali-

sées et fréquemment une véritable éruption d'urticaire. Presque toutes les fonctions de l'organisme peuvent être troublées à la suite de piqure. Le traitement local consiste en application immédiate, sur la région piquée, d'eau de chaux, d'ammoniaque liquide, de vinaigre. Comme traitement général, on devra favoriser l'élimination du venin : 1° par la peau, en provoquant la sueur par des liquides chauds aromatiques; 2° par les reins, en employant les diurétiques; 3° par les voies digestives, à l'aide de vomitifs et de purgatifs.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 Mai 1905.

MM. J. Chiffot et Cl. Gautier maintiennent formellement l'existence de mouvements browniens des granulations cytoplasmiques chez diverses algues. — M. E. Guyénot communique ses recherches anatomiques et physiologiques sur la vessie nataoire des Cyprinidés. — M. C. Fleig expose ses essais de préparation d'une antisécritine. Les sérums normaux sont déjà doués de propriétés neutralisantes vis-à-vis de la sécrétine, mais elles ne paraissent pas augmenter sous l'influence d'injections de sécrétine. — M. F.-J. Bosc estime que le *molluscum contagiosum* de l'homme est une maladie bryocyttique, virulente, contagieuse et inoculable, mais localisée au point d'inoculation. La tumeur est constituée par une prolifération pure de cellules épithéliales malpighiennes, renfermant des inclusions de volume variable, dont les plus volumineuses sont vraisemblablement de nature parasitaire. — M. Ch. Porcher a observé, lors de la délivrance des chèvres sans mamelles, une hyperglycémie très accentuée dont la glycosurie est le signe. — MM. Ch. Achard et L. Ramond ont constaté une action favorable des solutions salines isotoniques sur les altérations cellulaires dues à la tonolyse ou à la toxolyse. — M. H. Plaut prétend que le *Spirillum sputigenum* n'est pas identique au vibron du choléra et appartient, sans aucun doute, aux associations bactériennes des angines ulcéreuses. — M. H. Vincent réfute les assertions précédentes et montre qu'il y a des formes d'angines dues au fuso-bacille seul. — M. E. Nicolas pense que les dérivés sulfo-conjugués, relativement abondants dans les urines d'herbivores, contribuent, dans une notable proportion, à donner à la tension superficielle de ces urines sa faible valeur. — M. Ch. Féré a étudié l'influence de quelques excitations sensorielles successives sur le travail. Il montre, d'autre part, que les effets immédiats de la représentation mentale du mouvement augmentent le travail avec l'exercice. — MM. A. Gouin et P. Andouard ont reconnu que le régime alimentaire a une grande influence sur l'hydratation des tissus du corps des Bovidés. — M. P. Remlinger a recherché à quel moment le bulbe des lapins rabiques de passage devient virulent; c'est au 3^e jour que la virulence commence à se montrer. — MM. A. Trillat et Sauton : Sur la présence de l'ammoniaque dans le lait de vache (voir p. 537). — M. E. Géraudel montre que la différenciation du bourgeon hépatique en cellule biliaire et cellule hépatique est la conséquence de la double circulation capillaire de la glande hépatique.

Séance du 20 Mai 1905.

MM. M. Labbé, Tison et Cavaroz ont constaté que la courbe de l'acidité urinaire observée aux différentes heures du jour est toujours comparable à elle-même, à condition qu'on l'observe chez un sujet sain et soumis à un régime alimentaire convenablement réglé. Les substances acides s'éliminent surtout dans les heures qui suivent les repas, en présentant un maximum d'élimination 2 à 4 heures après le repas. — MM. J. Roger et Greffulhe ont observé sur 4 chevaux, en Algérie, une trypanosomiase qui présente de grandes ressemblances avec le surra. — M. G. Delamare décrit une nouvelle méthode de coloration tétrachrome, où simultanément l'hématoxyline colore en violet les

noyaux, l'acide picrique en jaune les protoplasmes et fibres musculaires, la fuchsine acide en rose les fibres conjonctives et l'orcéine en noir les fibres élastiques. — M. Marie et M^{lle} M. Peletier ont obtenu des résultats encourageants dans le traitement des accidents convulsifs, épileptoïdes et cataleptoïdes des aliénés par l'injection de sérum marin. — M. Sakorraphos a pratiqué l'examen du sang dans un cas d'acromégalie : il y avait oligémie, sans disproportion entre les éléments cellulaires du sang. — M. E. Maurel a observé que le zéro physiologique dans le lit est de 33°-34°, c'est-à-dire plus élevé que pendant le jour sous les vêtements. — MM. J. Jolly et J. Stini ont évalué la masse totale du sang chez le rat blanc; elle est d'environ 4,5 cc. par 100 grammes. — M. Dehon décrit les méthodes qu'il a employées pour ses recherches sur l'inanition chez le jeune chat. — M. E. Lenoble estime que, chez un enfant à gros foie et à grosse rate, si l'on constate une réaction myéloïde intense accompagnée d'altérations sanguines, il y a toute probabilité pour qu'on se trouve en présence d'une syphilis héréditaire. — M. R. Legendre a constaté que, fréquemment, le protoplasma des cellules nerveuses d'*Helix* est formé d'une zone interne périnucléaire, où se trouve la plus grande partie des neurofibrilles et de la substance chromophile, et d'une zone externe, moins dense, où se rencontrent les filaments névrogliaux et les lacunes. — MM. C. Levaditi et F. Lange ont reconnu qu'il y a une spirillose vraie du lapin, causée par le spirille de Marchoux et Salimbeni, spirillose analogue à celle de la poule, mais plus brève et bénigne. — M. C. Levaditi a observé la présence du *Spirochaeta pallida* dans les lésions cutanées (bulles de pemphigus) de la syphilis congénitale. L'infection se transmettrait de la mère au fœtus par la voie placentaire. — M^{me} et M. C.-L. Gatin ont étudié l'action de quelques diastases animales sur les mannanes du salep et celles de l'albumen de caroubier; aucune n'est parvenue à provoquer l'hydrolyse. — M. J. Nageotte a étudié, par la méthode de l'alcool-ammoniacal de Ramon y Cajal, un cas de tabes amyotrophique; il a observé une régénération des fibres à myéline dans les racines antérieures et des fibres sans myéline dans les racines postérieures. — MM. M. Doyon, A. Morel et N. Kareff indiquent les précautions à prendre dans l'étude de l'action du poumon sur le sang. — MM. M. Doyon et J. Billet montrent que, dans l'intoxication chloroformique, l'incoagulabilité du sang et la disparition du fibrinogène du plasma ne se produisent que lorsque le foie est nécrosé ou gravement atteint. Dans le foie, on constate des hémorragies, une accumulation de leucocytes dans les espaces intercellulaires et des lésions des cellules hépatiques. — M^{lle} P. Cernovodeanu et M. V. Henri ont observé que l'hémolyse produite par le mélange de deux sérums est plus forte que la somme des hémolyses de chacun séparément. Un sérum non hémolytique vis-à-vis de certains globules peut empêcher l'hémolyse de ces globules par un autre sérum. Les phénomènes de l'hémolyse peuvent s'expliquer en admettant qu'il existe dans le sérum une seule substance complexe; celle-ci se transforme petit à petit à mesure que l'on chauffe le sérum, de sorte que, dans le sérum chauffé à 56°, l'hémolysine est à un état physique un peu différent de celui sous lequel elle se trouve dans le sérum non chauffé. — M. L. Launoy a poursuivi l'étude des modifications de la cellule hépatique au cours de l'autolyse aseptique. — MM. H. Roger et M. Garnier ont constaté que, des deux réseaux capillaires placés à l'origine de la veine porte, celui de l'intestin représente un excellent milieu de culture pour le bacille charbonneux, tandis que celui de la rate sert à la destruction de cet agent pathogène. — M. C. Foà a déterminé la réaction des liquides de l'organisme au moyen de la force électro-motrice qui se développe entre une électrode à H immergée dans le liquide vis-à-vis d'une électrode normale à calomel dont on connaît le potentiel, méthode qui permet de trouver la

concentration des ions H et OH. Il a ainsi reconnu que l'urine humaine est un liquide sensiblement neutre; le suc pancréatique de chien correspond à une solution de KOH voisine de $n/10.000$. — MM. **Bierry** et **E.-F. Terroine** ont constaté que le suc pancréatique du chien, obtenu par injection de sécrétine, contient de la maltase; il suffit pour la mettre en évidence d'une très légère acidité du milieu.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Mai 1905.

M. P. Langevin : *Sur les ions de l'atmosphère.* L'auteur rappelle qu'il a démontré la présence constante dans l'atmosphère d'ions de faible mobilité, analogues à ceux que produisent les actions chimiques (oxydation du phosphore, combustions, etc.). Le nombre de ces gros ions est, en général, au voisinage du sol, considérable par rapport à celui des ions ordinaires, de mobilité environ mille fois plus grande, que produisent les radiations provenant du Soleil ou des matières radio-actives présentes dans le sol ou dans l'air. L'existence de ces gros ions permet d'interpréter de manière simple la diminution progressive du courant qu'on peut faire passer dans une masse limitée d'air aussitôt après son introduction dans un récipient métallique fermé portant une électrode centrale isolée reliée à un électromètre. Cette diminution, qui dure environ une heure pour un récipient de 80 centimètres de diamètre quand une différence de potentiel de 700 volts est maintenue entre l'électrode et la paroi, a été observée en particulier par **M. Mac Lennan** et rapportée par lui à l'existence, dans l'air, d'une radio-activité induite qui disparaît spontanément après l'introduction de l'air en vase clos. Cette explication semble insuffisante, car elle implique une loi de variation du courant indépendante du champ électrique employé pour la mesure, tandis que l'expérience donne une influence considérable de ce champ. La diminution du courant se produit de manière toute différente, suivant qu'on maintient le champ de façon continue ou qu'on l'établit seulement au moment des mesures; elle est d'autant plus rapide que ce champ est plus intense, et peut même être remplacée par un accroissement si l'on supprime le champ après l'avoir maintenu pendant un temps suffisant. De plus, le passage de l'air sur un tampon d'ouate avant son introduction dans le récipient *supprime la diminution de manière complète*, sans que l'ouate manifeste une radio-activité comparable à celle que nécessiterait l'explication proposée. La présence, dans l'air introduit, de gros ions, que le champ ne peut recueillir qu'en un temps très long, d'autant plus long que le champ est plus faible, représente, au contraire, très bien tous les faits précédents, l'ordre de grandeur des mobilités nécessaires étant toujours de $\frac{1}{400}$ de millimètre par seconde dans un champ de 1 volt par centimètre. De plus, l'introduction artificielle dans le récipient de gros ions, produits par une flamme ou par la combustion du tabac, donne lieu à des phénomènes plus intenses, mais exactement semblables aux précédents, s'accordant qualitativement et quantitativement avec les propriétés des ions peu mobiles. L'origine de ces gros ions semble être la suivante : On sait que l'air renferme toujours des particules qui servent de germes pour la formation des gouttes dans une atmosphère légèrement sursaturée de vapeur d'eau. En se basant sur ces phénomènes de condensation, **M. Aitken** a pu mesurer le nombre de ces particules, peut-être résidus de gouttes évaporées, et l'a trouvé, au voisinage du sol, de l'ordre de 100.000 par centimètre cube. Les ions ordinaires, produits continuellement par les radiations diverses, sont attirés électrostatiquement par ces particules, dont le pouvoir inducteur spécifique est différent de celui du milieu, et les chargent. Cette transformation

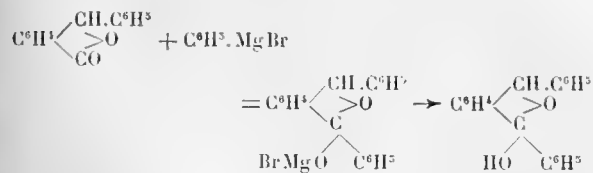
des particules neutres en gros ions est limitée par la recombinaison des gros ions ainsi formés avec les petits ions de signe contraire, et, si les petits ions des deux signes sont également nombreux, il s'établit un régime permanent dans lequel une fraction seulement des particules est transformée en gros ions des deux signes, fraction qui dépend de la grosseur des particules, mais est *indépendante du nombre des petits ions*, puisque les deux phénomènes inverses de diffusion et de recombinaison se font avec des vitesses proportionnelles à ce nombre. L'expérience confirme entièrement ce résultat et toutes les conséquences de la théorie précédente : l'introduction d'une substance fortement radio-active dans un récipient contenant de l'air chargé de particules en suspension ne modifie nullement le nombre des gros ions. De plus, l'accroissement du courant constaté précédemment après une suppression momentanée du champ s'explique par la présence des particules neutres qui ne se chargeaient pas lorsque le champ extrayait rapidement du gaz les petits ions à mesure de leur production, et qui se transforment à leur tour en gros ions après la suppression. L'accumulation des gros ions au voisinage des électrodes doit également intervenir et peut se démontrer expérimentalement par l'influence électrique qu'ils exercent sur les électrodes. La théorie précédente prévoit également que toutes les particules deviendront des gros ions si l'air ne renferme que des petits ions d'un seul signe, et l'expérience confirme cette prévision dans des circonstances variées. En particulier, l'action de la lumière ultra-violette sur une lame de zinc chargée négativement produit des gros ions négatifs dans l'air *non filtré*, et leur nombre est de l'ordre de 100.000 par centimètre cube, conformément au résultat déduit par **Aitken** des expériences de condensation, tandis que le nombre des gros ions de chaque signe était d'environ 10.000 auparavant. L'expérience précédente fournit un moyen simple de confirmer avec précision *l'absence complète dans l'air d'ions de mobilités intermédiaires entre celles des petits et des gros ions*. Ces derniers, dont la grosseur minimum, déduite de leur mobilité (40 μ de diamètre environ), correspond à l'épaisseur de la tache noire dans les lames liquides minces, constituent une catégorie bien distincte des ions ordinaires et doivent être étudiés indépendamment au point de vue des variations de leur nombre dans l'air. L'action directe sur l'air de la lumière ultra-violette produite par un arc à charbons donne des petits ions négatifs et des gros ions positifs, ainsi que **M. Lenard** l'avait observé. Cet effet, attribué par lui à une action directe de la lumière sur le gaz, *disparaît de manière complète*, au moins en ce qui concerne les gros ions positifs, quand l'air est filtré sur un tampon d'ouate. Il semble donc provenir, contrairement à l'opinion de **M. Lenard**, d'une action photo-électrique de la lumière sur les particules ou poussières contenues dans l'air, qui provoque l'émission par celles-ci de corpuscules négatifs et les transforme en gros ions positifs. *L'action de la lumière ultra-violette de l'arc sur l'air privé de poussières ne produit pas d'ions de faible mobilité*. Il serait intéressant de savoir comment l'effet photo-électrique sur les particules en suspension dans l'air dépend de leur nature. — MM. **A. Broca** et **Turchini** ont étudié la résistance de divers fils métalliques pour les courants de haute fréquence, et ils ont trouvé certains écarts entre l'expérience et la théorie de Thomson qui semblent dus à une cause systématique. Ils ont employé un électrodynamomètre composé d'une lame d'aluminium de 30 microns d'épaisseur, fixée à ses deux extrémités, verticalement d'un côté, horizontalement de l'autre. Cette lame, de 80 centimètres de longueur, fléchit très aisément en son centre. Deux lames fixes agissent sur ce point quand un même courant les parcourt ainsi que la lame mobile. Les déviations de la lame mobile sont lues au moyen d'un microscope. On mesure ainsi l'intensité efficace du courant qui chauffe le fil étudié. On mesure cet échauffement au moyen

d'un calorimètre convenable. Dans ces conditions, en employant comme interrupteur une turbine à mercure, qui seule donne une régularité suffisante d'interruption, on obtient des résultats susceptibles d'être mesurés. La précision avec laquelle les courants sont réglés est d'environ $\frac{1}{20}$. Les auteurs ont mesuré les capacités pour les fréquences même d'emploi. Ils ont, pour cela, mesuré exactement les capacités pour des courants alternatifs de 42 par seconde, et ils ont étudié la variation du pouvoir inducteur spécifique de leur verre en fonction de la fréquence. Ils ont ensuite employé d'autres bouteilles de Leyde, qu'ils ont mesurées par comparaison avec les premières, pour les fréquences employées, par une méthode de résonance. Le calcul de la self a été fait en supposant le circuit composé d'un même fil, et de la longueur réelle totale qu'il possède, puis en attribuant au fil de ce diamètre, dans la self totale, une fraction de la self ainsi calculée, égale à la fraction de la longueur totale qu'il occupe. La somme des nombres ainsi obtenus donne la self du circuit total. Les résultats obtenus sont les suivants : 1° *Cuivre* : Les points se rangent sur une même courbe, dont les écarts avec la loi de Thomson pour les fréquences moindres que 1.000.000 peuvent peut-être s'expliquer au moyen de la présence d'une faible fraction de fer dans le cuivre employé. Au delà, les nombres mesurés présentent avec la loi de Thomson des écarts considérables, dont la cause est à étudier; 2° *Fer* : Le fer donne des résultats tout à fait aberrants. Il faudrait mettre dans la formule une valeur de μ voisine de 400 pour rendre compte des faits. Celle-ci, d'ailleurs, est une fonction très rapide de l'intensité efficace, pour une même fréquence.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

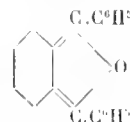
Séance du 12 Mai 1903.

M. A. Trillat, en collaboration avec M. Sauton, présente une Note sur un procédé de recherche de l'ammoniac dans le lait et sur l'interprétation que l'on peut en tirer dans le domaine de l'hygiène. Ce procédé est basé sur l'action du trichlorure d'iode, qui a la propriété de déféquer le lait et de donner en même temps, dans le filtrat saturé par l'eau de chaux, la coloration noire de l'iodure d'azote qui caractérise l'ammoniac. Les auteurs ont étudié les causes de la formation de cet ammoniac dans le lait en pratiquant des ensemencements avec des germes divers; ils ont reconnu que le lait normal n'en contient pas et que la présence de l'ammoniac dans un lait doit le faire considérer comme suspect. MM. Trillat et Sauton ont étudié aussi une nouvelle méthode de dosage de la matière albuminoïde du lait, basée sur l'action insolubilisante de l'aldéhyde formique en présence d'un acide à chaud. En opérant dans des conditions déterminées, la matière albuminoïde, au lieu d'être coagulée, est obtenue à l'état de poudre qui est ensuite facilement lavée et dégraissée. — M. A. Guyot expose les résultats de recherches effectuées en collaboration avec M. J. Catel sur les dérivés du benzodihydrofurfurane. En traitant la monophénylphthalide par le bromure de phénylmagnésium, ils ont obtenu le diphenyloxy- $\alpha\alpha'$ -benzo- $\beta\beta'$ -dihydro- $\alpha\alpha'$ -furfurane :

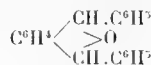


Ce composé ne présente pas de point de fusion défini; il perd, en effet, avec la plus grande facilité 1 molécule d'eau par dessiccation à l'étuve ou, mieux,

par addition d'une goutte d'HCl à ses solutions alcooliques, ou même par simple ébullition de ses solutions acétiques, et se transforme quantitativement en un produit cristallisé en feuillets dorés, d'un jaune intense, dont les solutions benzéniques présentent une fluorescence verte de toute beauté, et auquel les auteurs assignent la formule de constitution ortho-quinonique suivante :



Le fait que ce composé se transforme facilement en diphenyl- $\alpha\alpha'$ -benzo- $\beta\beta'$ -dihydro- $\alpha\alpha'$ -furfurane par réduction et en ortho-dibenzoylbenzène par oxydation justifie cette formule de constitution. Ce nouveau mode de formation de l'o-dibenzoylbenzène présente une assez grande importance, car il permet de préparer facilement des quantités considérables d'un composé jusqu'alors très rare et dont l'étude est encore à faire; MM. Guyot et Catel désirent se la réserver pour quelque temps. Traité par l'amalgame de sodium, l'o-dibenzoylbenzène fixe quatre atomes d'hydrogène et se transforme en o-dibenzohydrilbenzène : $\text{C}^6\text{H}_4(\text{CH}_2\text{OH})_2$, qu'on obtient encore par réduction du diphenyloxy- $\alpha\alpha'$ -benzo- $\beta\beta'$ -dihydro- $\alpha\alpha'$ -furfurane, par fixation de deux atomes d'hydrogène et rupture du noyau furfuranique. Enfin, par addition de quelques gouttes d'HCl aux solutions acétiques de l'o-dibenzohydrilbenzène, on provoque par déshydratation la formation d'un noyau furfuranique et on reproduit le diphenyl- $\alpha\alpha'$ -benzo- $\beta\beta'$ -dihydro- $\alpha\alpha'$ -furfurane :



déjà obtenu par réduction du produit de déshydratation jaune décrit plus haut. — M. P. Lebeau fait une communication concernant l'emploi des métaux ammoniums en Chimie organique. L'action de ces composés sur les dérivés monosubstitués des carbures saturés conduit à la préparation des carbures correspondants. En même temps, on obtient une amine primaire. Le pouvoir hydrogénéant du métal ammonium est dû à sa transformation en amidure, et l'amidure, réagissant sur le dérivé halogéné, fournit l'amine. Ce résultat a pu être vérifié dans l'action directe de l'amidure sur le dérivé halogéné. Le chlorure de méthyle fournira, par exemple, du méthane et de la monométhylamine :



Le pouvoir hydrogénéant des métaux ammoniums permet la transformation des dérivés perchlorés des carbures: le tétrachlorure de carbone donne du méthane pur.

SECTION DE NANCY

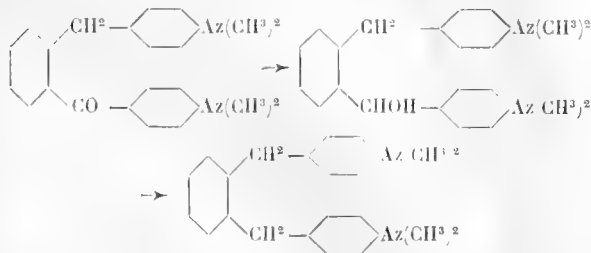
Séance du 17 Mai 1903.

M. A. Guntz expose la suite de ses recherches sur le baryum. En dissociant dans le vide, vers 1.200°, de l'hydruure de Ba exempt de Hg, on obtient par condensation sur un tube en acier poli, refroidi par un courant d'eau, un métal cristallisé qui, à l'analyse, indique 99,4 % de Ba. — MM. A. Guntz et H. Bassett jun. ont mesuré les chaleurs de formation de CaH^2 et $\text{Ca}^2\text{Na}^2(\text{Ca} + \text{H}^2 = \text{CaH}^2 + 46 \text{ cal. } 2; \text{Ca}^2 + \text{Na}^2 = \text{Ca}^2\text{Na}^2 + 111 \text{ cal. } 2)$, ainsi que la chaleur d'oxydation du Ca. Ils ont trouvé 151 cal. 9 pour $\text{Ca} + \text{O} = \text{CaO}$. Ce nombre est donc de 20 cal. plus grand que celui de Thomson. — M. G. Røderer communique le résultat de ses recherches sur les combinaisons du Sr avec l'ammoniac, recherches exécutées à partir de Sr pur et cristallisé, obtenu par dissociation de l'hydruure. Par l'action de AzH_3 pur et

sec sur le Sr refroidi à -60° , il a obtenu une combinaison à laquelle ses analyses permettent d'attribuer la formule $\text{Sr}(\text{AzH}^3)^2$. M. Rørdorfer continue l'étude de ce produit, ainsi que celle des réactions que fournit la solution de strontium-ammonium dans l'ammoniac liquide. — M. P. Th. Muller a mis à profit des déterminations récentes de Deussen (*Zeits. f. anorg. Ch.*, t. XLIV, 1905, p. 312) sur la conductibilité de l'acide fluorhydrique à 0° et à 25° , pour calculer sa conductibilité limite et sa constante d'affinité à ces deux températures. On s'est servi des données de Noyes et Sammet pour HCl, et de Kohlrausch pour les coefficients de température des mobilités du Cl et du F. Voici les mobilités trouvées.

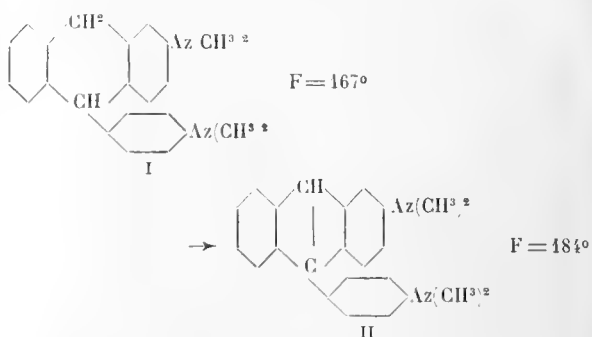
	0°	25°
Pour Cl	40,00	25,33
H	238,80	365,40
F	26,66	54,41

On en déduit la conductibilité limite de HF : 265,50 à 0° et 419,80 à 25° . A l'aide de ces nombres on calcule les constantes d'affinité : $K^0 = 10,44 \cdot 10^{-4}$ et $K^{25} = 6,57 \cdot 10^{-4}$. Ainsi, l'acidité de HF est plus grande à 0° qu'à 25° , ainsi que le faisait prévoir sa chaleur de neutralisation, qui est supérieure à 13,7. De ces constantes d'affinité, on tire facilement la chaleur d'ionisation de HF, qui est positive et égale à 2,9 cal. pour les solutions diluées, d'où une chaleur de neutralisation de 16,6 cal. La Thermochimie nous donne, pour des solutions de concentration ordinaire, des nombres très voisins, compris entre 16,1 et 16,4 cal. — MM. P. Th. Muller et C. Fuchs, dans le but de connaître les *chaleurs spécifiques* aux environs de la température ordinaire, ont employé le procédé suivant : on fournit au liquide toujours la même quantité de chaleur au moyen d'une résistance traversée par un courant constant pendant un même temps. Cette résistance se compose d'un serpentín en verre rempli de mercure et plongeant dans la solution. Le nombre de calories K absorbé par le système était déterminé au moyen d'eau distillée. En écrivant : $(A + px)(t - t') = K$, où A représente le poids en eau de l'appareil, p le poids de substance, $t - t'$ l'élévation de température (qui est en moyenne de $2^{\circ},6$), on tire x qui est la chaleur spécifique cherchée. Les expériences faites en double concordent généralement à 0,002 près. Ce procédé a permis de déterminer la chaleur moléculaire du groupement $-\text{CH}_2-$ à l'état dissous; sa valeur est de 22 cal. pour les acides et de 17 cal. pour les alcools. De cette étude et de celles d'autres auteurs, on a pu tirer entre autres les conclusions suivantes : La chaleur spécifique moléculaire de bons électrolytes varie dans de grandes proportions avec la dilution, tandis que celle des mauvais et des non électrolytes est à peu près constante. — MM. A. Guyot et P. Pignet communiquent les résultats de leurs recherches sur quelques dérivés de l'acide diméthyl-amido-benzylbenzoïque. Par condensation de la diméthyl-aniline avec le chlorure de cet acide, en présence de AlCl_3 , ils obtiennent une cétone (F. 133°), qui leur a donné par réduction au moyen de l'amalgame de Na un hydrol (F. 98-99°); celui-ci, par une réduction plus profonde, par Zn et HCl, se transforme en le dérivé méthanique, correspondant (F. 89° :

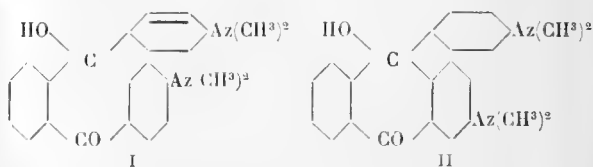


Au contact de H_2SO_4 concentré, l'hydrol perd une molé-

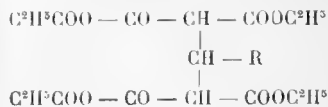
cule d'eau, et donne le dihydure de phénylanthracène tétraméthyl-diamidé de constitution (I) :



Par oxydation de ce composé au moyen du chloranile, on passe aisément au dérivé anthracénique vrai (II); mais il n'a pas été possible, par oxydation plus profonde, d'obtenir les anthranol et oxanthranol correspondants. Les auteurs ont pu toutefois préparer ce dernier corps; avec d'excellents rendements, par oxydation directe de la cétone primitive au moyen du chloranile. La réaction s'effectue vraisemblablement en plusieurs phases. Quelle que soit d'ailleurs l'interprétation admise, il résulte de la formation de ce produit que, dans l'oxanthranol, les deux auxochromes amidés sont respectivement en para vis-à-vis des deux carbones γ . La formule de constitution suivante est alors la seule qui puisse convenir (I) :



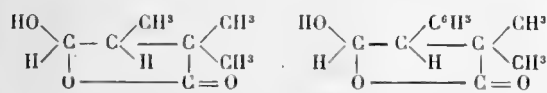
C'est donc un isomère du tétraméthyl-diamido-phénylanthranol, décrit par MM. Haller et Guyot⁴ (II). Ces deux produits présentent sensiblement le même point de fusion ($207-208^{\circ}$) et les mêmes réactions colorées; mais ils se distinguent nettement par leurs solubilités, qui sont très différentes. — MM. E.-E. Blaise et H. Gault ont poursuivi leurs recherches sur la condensation de l'éther oxalacétique avec les aldéhydes. Les aldéhydes acycliques se comportent en général comme l'aldéhyde formique précédemment étudié; une molécule d'aldéhyde se condense en présence de pipéridine avec deux molécules d'éther oxalacétique par élimination d'une molécule d'eau. On obtient ainsi successivement, suivant que l'on part du méthanal, de l'éthanal, du propanal ou de l'ananthol, des méthylène, éthylidène, propylidène, ananthylidène-dioxalacétates d'éthyle :



Tous ces éthers cristallisent avec une molécule d'eau. La saponification par les acides étendus donne avec le méthylène-dioxalacétate d'éthyle un acide bibasique dicétonique, l'acide dioxopimélique : $\text{COOH} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}^2 \cdot \text{CH}^2 \cdot \text{CO} \cdot \text{COOH}$, F. 127° avec décomposition, et avec l'éthylidène-dioxalacétate l'acide méthyldioxopimélique $\text{COOH} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}^2 \cdot \text{CH}(\text{CH}^2) \cdot \text{CH}^2 \cdot \text{CO} \cdot \text{COOH}$, F. 160° avec décomposition. Ces acides se laissent facilement cycliser par départ d'une molécule d'eau et donnent naissance aux deux acides pyranedicarbonique et méthylpyranedicarbonique. Les aldéhydes cycliques se comportent d'une

⁴ HALLER et GUYOT : *Bull. Soc. ch.*, t. XXV, p. 315, 1901.

façon tout à fait différente, et il semble difficile de généraliser leur action sur l'éther oxalacétique. La benzaldéhyde se condense avec l'éther oxalacétique en présence de diéthylamine, molécule à molécule, par départ d'une molécule d'alcool et formation de l'éther cétophénylparaconique étudié par Wislicenus. L'anisaldéhyde, la métanitrobenzaldéhyde se condensent de façon identique. L'aldéhyde salicylique, en présence de HCl, élimine, au contraire, une molécule d'eau entre une molécule d'éther oxalacétique et une molécule d'aldéhyde, en donnant le salicylidèmonoxalacétate d'éthyle, F. 88-89°. — MM. E.-E. Blaise et A. Courtot, en poursuivant leurs recherches sur les acides non saturés $\beta\gamma$, ont pu préparer de nouveaux acides-aldéhydes γ . En partant de l'acide diméthylisopropénylacétique, ils ont obtenu par fixation de Br l'acide $\alpha\beta$ -triméthyl- $\beta\gamma$ -dibromobutyrique. Chauffé, cet acide perd HBr et donne d'abord la bromolactone correspondante, puis la lactone non saturée $\beta\gamma$. Celle-ci, dissoute dans KOH, donne le sel de l'acide-aldéhyde correspondant. Ont été ainsi préparés les acides-aldéhydes γ , $\alpha\beta$ -triméthylés et $\alpha\alpha$ -diméthyl- β -phénylés. Les auteurs proposent de leur donner les formules de constitution suivantes :



L'existence de la fonction alcool a été mise en évidence par l'obtention facile de phényluréthanes, éthers-oxydes (non acétals) et d'éthers-sels (acétates). L'existence de la chaîne lactonique a été démontrée par des mesures physico-chimiques à l'aide de la méthode de Traube. — MM. E.-E. Blaise et M. Maire ont préparé les cétones non saturées $\alpha\beta$ par déshydratation des cétones-alcools β . Ces dernières sont obtenues à partir des éthers des acides-alcools β , préparés par condensation des éthers bromés des acides gras avec le trioxyméthylène, les aldéhydes ou les cétones en présence du Zn. On saponifie ces éthers, on protège la fonction alcool par traitement du chlorure d'acétyle, ce qui, dans le cas des fonctions alcool primaire ou secondaire, donne le dérivé acétoxylé. On fait le chlorure d'acide, que l'on traite par des dérivés organométalliques mixtes du Zn. On a ainsi la cétone acétoxylée qui, par simple traitement à la KOH aqueuse, fournit la cétone non saturée $\alpha\beta$ par perte d'une molécule d'acide acétique. Si la fonction alcool de l'acide-alcool est tertiaire, ce dernier est déshydraté par le chlorure d'acétyle; mais, dans ce cas, le traitement du chlorure de l'acide non saturé par les dérivés organozinciques donne directement la cétone non saturée $\alpha\beta$ avec de bons rendements. On obtient les cétones vinyliées en chauffant avec de la diéthylaniline les cétones β -chlorées obtenues par action du chlorure de l'acide β -chloropropionique sur les dérivés organozinciques. Les auteurs ont encore obtenu des cétones non saturées $\alpha\beta$ à partir des cétones à fonction alcool tertiaire, préparées par action des organomagnésiens sur l'éther semiorthoalique. Ce procédé, qui donne de bons résultats, a l'inconvénient d'exiger, pour une réaction complète, cinq molécules d'organomagnésien pour une d'éther.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 23 Février 1903 (suite).

MM. F. Keeble et F.-W. Gamblé : *Recherches sur la physiologie de la coloration des Crustacés supérieurs*. Les auteurs arrivent aux conclusions suivantes: 1° Les chromatophores d'*Hippolyte* et de *Cranigon* sont des structures multi-cellulaires. Leurs branches se différencient en un ectoplasme plus ferme et un endoplasme mobile plus fluide dans lequel le pigment se présente; 2° En plus des pigments, de la

graisse, sous forme de globules incolores, se présente dans les chromatophores d'*Hippolyte*. Cette graisse réside dans des cellules spéciales des chromatophores et montre une mobilité semblable à celle des pigments; 3° Si l'on nourrit et garde dans l'obscurité, ou si l'on affame et conserve à la lumière un chromatophore d'*Hippolyte*, il perd peu de sa graisse chromatophorique. Cependant, une déplétion de la graisse se produit chez les animaux affamés et gardés dans l'obscurité. Ces mêmes animaux, lorsqu'on les expose au soleil pendant cinq à six heures, présentent de la graisse dans leurs chromatophores. Ces résultats indiquent que la graisse chromatophorique incolore est une substance nutritive de réserve et amènent à la conclusion que, pour l'accumulation de cette graisse de réserve, la lumière joue un rôle important. A l'époque où les *Hippolyte varians* s'établissent sur les algues du bord de la mer, l'animal est incolore ou à rayures brunes faibles. A ce degré, il est extrêmement sensible aux conditions de la lumière qui l'environne, s'appropriant la couleur de son entourage dans les vingt-quatre heures. Si l'on change l'entourage, un changement sympathique de couleur a lieu en trois jours. Des *Hippolytes* à moitié développés ou entièrement développés sont moins susceptibles. Pour ceux-là, un changement de couleur sympathique prend une semaine ou plus. — M. G. Murray : *Sur une nouvelle Rhabdosphère*. L'auteur attire l'attention sur l'intérêt que possèdent les Rhabdosphères et les Coccosphères, non seulement pour les naturalistes, mais pour les géologues et ceux qui étudient les dépôts marins profonds. L'auteur nomme la nouvelle espèce *R. Blackmaniana*, d'après M. V. H. Blackman, qui a fait aussi une étude approfondie de ces organismes (*Phil. Trans.*, B, vol. cxc, 1898). L'auteur l'a recueillie pendant le voyage de retour du Cap de la *Discovery* par 28°25' de latitude S. et 23°56' de longitude W.; elle diffère des autres formes connues, qui sont au nombre de deux seulement, en possédant une forme effilée; aiguë, épineuse, contrastant avec la forme en trompette et en massue des deux espèces connues. Aucune trace de cette nouvelle forme n'a encore été découverte dans les dépôts marins profonds ou les formations géologiques. L'auteur pense qu'il en est ainsi en raison de la petitesse et de l'extrême ténuité des spicules.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 19 Avril 1903.

M. W. C. Ball, en dissolvant du nitrate de bismuth dans une solution concentrée de nitrate d'ammonium, ajoutant le liquide à une solution saturée de nitrite de sodium refroidie à 0° et acidifiant avec des vapeurs nitreuses, a obtenu un nitrite complexe Bi(AzO²)², 2AzH³AzO².NaAzO², cristallisant en octaèdres jaunes. En faisant passer des vapeurs nitreuses dans de l'hydrate de bismuth en suspension dans une solution concentrée de nitrite de potassium, on obtient un composé jaune-orange Bi(AzO²)².3KAzO².H²O. — MM. W. H. Perkin jun. et S. S. Pickles, en partant de l'acide Δ^1 -tétrahydro-*p*-toluolique, ont fait la synthèse des Δ^2 -*p*-menthénol (8), Δ^3 -*s*-*p*-menthadiène, *p*-menthanol (8), Δ^8 -*p*-menthène et *p*-menthane, et des composés homologues contenant le groupe méthyle en moins. — Les mêmes auteurs ont préparé les composés aliphatiques de même constitution que le terpinéol et le dipentène, et ont reconnu, par la comparaison des propriétés, que la structure cyclique exerce une grande influence sur celles-ci. — M. G. Young a préparé le C-phényl-*s*-triazol, F. 119, 5-120° au moyen du C-phénylhydroxy-*s*-triazol. — MM. P. F. Frankland et E. Done ont résolu dans ses constituants actifs l'acide glycérique (obtenu par l'action de la chaux sur l'acide *d*-glucuronique) au moyen de la fermentation ou par les sels de brucine. Les sels de baryum des acides obtenus par les deux méthodes ont la même rotation: $[\alpha]_D^{20} = -10^{\circ}9$. — M. J.-A.-N. Friend

a constaté que de petites quantités de permanganate de potasse peuvent être déterminées iodométriquement en présence de persulfate de potasse pourvu que la solution soit suffisamment diluée avant l'addition d'iode et que l'acidité soit réduite à un minimum.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 23 Février 1905.

MM. E. Fischer et A. Abderhalden présentent un Mémoire sur les phénomènes manifestés par plusieurs polypeptides à l'égard du ferment pancréatique. D'après les observations de MM. Fischer et P. Bergell, les dipeptides artificiels présentent des différences très nettes à ce point de vue quant au degré auquel ils se trouvent décomposés. Or, le suc pancréatique pur, retiré des chiens par le Professeur Pawlow à Saint-Petersbourg, vient de permettre aux auteurs d'étendre leurs recherches aux polypeptides plus compliqués. L'examen de 12 polypeptides synthétiques, dont 7 se scindent sous l'influence du suc pancréatique, fait voir que l'effet du ferment dépend autant de la nature des amino-acides que de la structure et de la configuration de la molécule.

Séance du 2 Mars 1905.

M. Muller-Breslau étudie la théorie de l'équilibre des masses sablonneuses, indiquant un procédé approximatif simple pour déterminer la pression sur les surfaces de glissement courbes, procédé qu'il utilise pour le calcul de la pression de la terre sur les murs de support. Cette communication est suivie du rapport des essais de l'auteur pour déterminer photographiquement la forme de la surface de glissement. — M. Sachau présente un Mémoire sur les traités arabes d'Ophthalmologie. Les imprimés et les manuscrits dont il dispose permettent à l'auteur de rechercher et d'exposer la science et l'art ophthalmologiques des Arabes d'abord dans leurs rapports avec les Grecs, puis dans leur développement indépendant, national, qui fait l'objet de 13 des 30 traités d'Ophthalmologie arabe dont nous avons connaissance.

Séance du 9 Mars 1905.

M. Vogel rend compte des recherches sur l'astre double spectroscopique Algol et Misar faites l'année dernière à l'Observatoire astrophysique de Potsdam, et sur des investigations plus récentes faites dans ce même laboratoire sur les spectres des terres rares. Les résultats donnés par les observations d'Algol et de Misar concordent parfaitement avec ceux qu'on a obtenus en 1889 et 1901. — M. J. H. Van't Hoff continue ses recherches sur les dépôts de sels océaniques, sur lesquels il présente son 41^e mémoire. En collaboration avec MM. Voerman et Blasdale, il a trouvé que la température de formation du pentasulfate potassocalcique à partir de la syngénite et du gypse est égale à 32°. Cette température est, dans le cas d'une formation naturelle, réduite à tel point par les sels accompagnants que ce composé, quoique n'ayant pas encore été trouvé à l'état de minéral, existe probablement dans tous les endroits où la syngénite et le gypse se trouvent en présence. — M. Vogel présente une notice de M. Hartmann, Professeur à Potsdam, sur les représentations monochromatiques de la nébuleuse d'Orion. Sur la base d'observations spectroscopiques et en employant des filtres lumineux appropriés, l'auteur réussit à produire des vues photographiques de cette nébuleuse, faisant voir que les substances qu'elle renferme ne se trouvent pas uniformément réparties dans toutes ses parties. — M. Kohlrausch présente un mémoire de MM. Holborn et F. Henning sur l'émiss-

sion lumineuse et le point de fusion de plusieurs métaux. Les données des pyromètres optiques sont rapportées, en général, au rayonnement du corps « noir » dont on connaît les rapports avec la température et la longueur d'onde. Cette échelle de températures est, du reste, susceptible d'une reproduction sûre par un corps noir chauffé électriquement. Les températures observées au moyen de pyromètres différent, par conséquent, pour la plupart des corps, des températures vraies (dans l'échelle centigrade) dans une mesure qui dépend du pouvoir de rayonnement des corps. Aussi les progrès de la pyrométrie optique dépendent des déterminations de l'émission de plusieurs corps dans ses relations avec le rayonnement noir et cela pour de larges intervalles de températures. Les auteurs choisissent à cet effet le platine, l'or et l'argent, métaux précieux dont le rayonnement diffère beaucoup du rayonnement noir et qui ne s'altèrent pas par chauffage à l'air. Les expériences de MM. Holborn et Henning font voir que, pour une longueur d'onde donnée, le rapport du rayonnement partiel du métal poli à celui du corps noir — tous les deux étant rapportés à une même température (à savoir le pouvoir d'absorption du métal) — est indépendant dans la région visible du spectre: le platine émettant environ 1/3, l'or 1/8 et l'argent 1/14 du rayonnement « noir » dans la lumière rouge.

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Mars 1905.

MM. H. Rubens et E. Ladenburg ont étudié le spectre d'absorption de l'acide carbonique pour les rayons à grandes longueurs d'onde. Le fait que cet acide est un composant de notre atmosphère a donné lieu de bonne heure à des recherches sur l'absorption dans ce gaz des rayons calorifiques. Or, ce problème a augmenté d'intérêt depuis que M. Arrhénius a fondé son ingénieuse théorie de l'origine des périodes glaciaires sur la teneur variable en acide carbonique de l'air atmosphérique. Cette théorie se base sur l'hypothèse qu'une diminution d'environ 20% de cette teneur entraînerait une décroissance considérable de l'absorption du rayonnement tellurique, ayant pour conséquence un refroidissement de quelques degrés centigrades de la surface de la Terre. Les expériences jusqu'ici faites ne permettaient pas de vérifier l'hypothèse de Arrhénius. Aussi les auteurs ont-ils tâché de fournir un complément aux données expérimentales publiées jusqu'ici. Les courbes données dans le Mémoire original font voir que les bandes d'absorption s'élargissent de beaucoup pour des couches d'épaisseurs croissantes. On voit également que les bandes se déplacent, dans ce cas, vers la région des longueurs d'ondes croissantes. Les auteurs constatent encore une décroissance très faible de l'absorption totale, pour des pressions partielles diminuantes, décroissance qui, cependant, est bien plus petite que celle qu'a observée M. Angström pour les bandes d'absorption à petites longueurs d'onde. Le centre de gravité des bandes semble encore, lorsque la pression diminue, se déplacer un peu du côté des ondes croissantes. Comme la diminution du pouvoir d'absorption trouvée par les auteurs n'est que de 1/30 pour la variation de 20% dans la teneur d'acide carbonique, le refroidissement de la surface de la Terre ainsi produit ne serait pas suffisant à expliquer l'origine des périodes glaciaires.

ALFRED GRADENWITZ.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 23, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

Les principes des Mathématiques et le problème des ensembles. — Nous avons reçu de M. J. Richard, professeur au Lycée de Dijon, la lettre suivante :

« Dans son numéro du 30 mars 1905, la *Revue* signale certaines contradictions qu'on rencontre dans la théorie générale des ensembles.

« Il n'est pas nécessaire d'aller jusqu'à la théorie des nombres ordinaux pour trouver de telles contradictions. En voici une qui s'offre dès l'étude du continu, et à laquelle plusieurs autres se ramèneraient probablement :

« Je vais définir un certain ensemble de nombres, que je nommerai l'ensemble E, à l'aide des considérations suivantes :

« Ecrivons tous les arrangements deux à deux des vingt-six lettres de l'alphabet français, en rangeant ces arrangements par ordre alphabétique, puis, à la suite, tous les arrangements trois à trois, rangés par ordre alphabétique, puis, à la suite, ceux quatre à quatre, etc. Ces arrangements peuvent contenir la même lettre répétée plusieurs fois, ce sont des arrangements avec répétition.

« Quel que soit l'entier p , tout arrangement des vingt-six lettres p à p se trouvera dans ce tableau, et comme tout ce qui peut s'écrire avec un nombre fini de mots est un arrangement de lettres, tout ce qui peut s'écrire se trouvera dans le tableau dont nous venons d'indiquer le mode de formation.

« La définition d'un nombre se faisant avec des mots, et ceux-ci avec des lettres, certains de ces arrangements seront des définitions de nombres. Biffons de nos arrangements tous ceux qui ne sont pas des définitions de nombres.

« Soit u_1 le premier nombre défini par un arrangement, u_2 le second, u_3 le troisième, etc.

« On a ainsi, rangés dans un ordre déterminé, tous les nombres définis à l'aide d'un nombre fini de mots.

« Donc : Tous les nombres qu'on peut définir à l'aide d'un nombre fini de mots forment un ensemble dénombrable.

« Voici maintenant où est la contradiction. On peut

former un nombre n'appartenant pas à cet ensemble. « Soit p , la $n^{\text{ième}}$ décimale du $n^{\text{ième}}$ nombre de l'ensemble E; formons un nombre ayant zéro pour partie entière, et pour $n^{\text{ième}}$ décimale $p + 1$, si p n'est égal ni à 8 ni à 9, et l'unité dans le cas contraire ». Ce nombre N n'appartient pas à l'ensemble E. S'il était le $n^{\text{ième}}$ nombre de l'ensemble E, son $n^{\text{ième}}$ chiffre serait le $n^{\text{ième}}$ chiffre décimal de ce nombre, ce qui n'est pas.

« Je nomme G le groupe de lettres entre guillemets.

« Le nombre N est défini par les mots du groupe G, c'est-à-dire par un nombre fini de mots; il devrait donc appartenir à l'ensemble E. Or, on a vu qu'il n'y appartient pas.

« Telle est la contradiction.

« Montrons que cette contradiction n'est qu'apparente. Revenons à nos arrangements. Le groupe de lettres G est un de ces arrangements; il existera dans mon tableau. Mais, à la place qu'il occupe, il n'a pas de sens. Il y est question de l'ensemble E, et celui-ci n'est pas encore défini. Je devrai donc le biffer. Le groupe G n'a de sens que si l'ensemble E est totalement défini, et celui-ci ne l'est que par un nombre infini de mots. *Il n'y a donc pas contradiction.*

« On peut encore remarquer ceci : L'ensemble de l'ensemble E et du nombre N forme un autre ensemble. Le second ensemble est dénombrable. Le nombre N peut être intercalé à un certain rang k dans l'ensemble E, en reculant d'un rang tous les autres nombres de rang supérieur à k . Continuons à appeler E l'ensemble ainsi modifié. Alors le groupe de mots G définira un nombre N différent de N, puisque le nombre N occupe maintenant le rang k , et que le $k^{\text{ième}}$ chiffre de N n'est pas égal au $k^{\text{ième}}$ chiffre du $k^{\text{ième}}$ nombre de l'ensemble E. »

J. Richard,

Professeur au Lycée de Dijon.

Les contradictions que nous signalions précédemment¹ dans la théorie des ensembles, et dont M. J. Richard étudie et éclaircit d'une manière définitive un autre exemple, ont, de nouveau, attiré l'attention de M. Hilbert. C'est un sujet sur lequel il revient dans sa Communication présentée en août 1904 au Congrès de

¹ *Revue* du 30 mars dernier.

Heidelberg, communication qui vient d'être traduite en français par M. Pierre Boutroux¹.

M. Hilbert fait spécialement allusion au paradoxe qui concerne l'« ensemble de tous les ensembles », et qui, en effet, est, au premier abord, assez troublant, du moins s'il est bien spécifié qu'un ensemble ne doit pas se renfermer lui-même comme élément. Faut-il admettre que l'ensemble E, ayant pour éléments tous les ensembles possibles, existe, — puisqu'il suffit, pour constituer un ensemble, d'avoir défini ce qui en fait partie et ce qui n'en fait pas partie?

Faut-il admettre qu'il n'existe pas, puisque, dans le cas contraire, E serait, par définition, un ensemble non contenu dans E?

Nous voilà revenus à Zénon d'Elée.

Pour échapper à ce paradoxe, M. Hilbert, dans la nouvelle théorie qu'il propose, juge nécessaire de changer complètement la définition du mot « ensemble » : il regarde la notion d'un ensemble comme *antérieure* à celle de ses éléments, au lieu qu'elle en soit le résultat. C'est, au moins en principe, une manière d'opérer assurément légitime, comme toutes les conventions. Ce qui est moins évident, c'est l'utilité d'un pareil changement. Il ne nous paraît pas nécessaire, en tout cas, pour éclaircir la contradiction signalée plus haut : celle-ci, à notre avis, relève des remarques de M. Richard, lesquelles ont une portée tout à fait générale et ne doivent pas être perdues de vue dans ces sortes de discussions. Pour former un ensemble avec certains éléments, encore faut-il que ceux-ci existent au préalable. Il ne nous paraît pas douteux qu'une solution tout analogue ne s'applique à l'antinomie de M. Burali Forti² sur l'ensemble W de tous les nombres ordinaux. Celui-ci, comme l'ensemble E de tout à l'heure, devrait, en conséquence, être considéré comme non existant³.

Au reste, il est évident *a priori* qu'un changement dans les définitions n'est pas nécessaire pour réfuter une antinomie, et même qu'il n'y suffit pas à proprement parler. Dans le cas présent, par exemple, la contradiction n'est pas évitée par ce seul fait qu'on a proposé d'étudier des « ensembles hilbertiens » (c'est-à-dire des ensembles définis à la façon de M. Hilbert) : il faudrait encore interdire d'étudier des ensembles définis par la voie classique. Du moment que cette dernière est légitime (ce qui est assurément le cas, puisque c'est une définition nominale), il est clair que, *correctement employée*, elle ne doit conduire à aucune contradiction.

La solution qui consiste à considérer les nombres ordinaux comme existants, mais l'ensemble complet de ces nombres comme non existant, avait été indiquée par M. Hilbert en 1900 au Congrès de Paris, mais sous une forme différente, qui se rattache d'ailleurs au sujet de sa Communication de 1904.

Dans cette dernière, en effet, bien que la question des ensembles tienne, comme nous venons de le voir, une certaine place, l'objet principal est plus général. Il se rattache à un ordre d'idées sur lequel l'auteur a insisté à maintes reprises dans ces dernières années. Pour fonder une théorie mathématique ou logique, M. Hilbert admet qu'il est nécessaire et suffisant de trouver une liste d'axiomes desquels on puisse prouver :

¹ *L'Enseignement mathématique*, 15 mars 1905.

² *Circolo Mat. di Palermo*, 1897.

³ C'est par cette voie que le paradoxe de Burali Forti nous paraît devoir être éclairci, et non par celle que propose M. Félix Bernstein (*Math. Annalen*, t. LX, 2^e cahier), laquelle consiste à admettre qu'on ne peut pas ajouter 1 au nombre ordinal W. Cette hypothèse n'est pas défendable; à notre avis, l'opération $W + 1$ est définie par G. Cantor d'une manière tout à fait générale, et cette définition ne souffre aucune difficulté, quel que soit W. — Seulement, l'ensemble W, qui, par hypothèse, était jusque-là le plus général que l'on pût former avec les objets de pensée d'ores et déjà existants, cesse de posséder cette propriété après l'introduction du $W + 1$ ^{er} objet.

1° Qu'ils sont exempts de contradiction; 2° qu'ils sont indépendants entre eux et suffisent pour raisonner sur la théorie en question. Autrement dit, parmi les divers modes de définition utilisés en Mathématiques, il préconise, à l'exclusion de toutes les autres, les définitions « par postulats ».

On peut contester la légitimité de ce point de vue, et particulièrement l'opportunité de recourir aux définitions par postulats dans les cas où les définitions « nominales » sont possibles, c'est-à-dire où les notions à définir peuvent être construites de toutes pièces à l'aide de notions plus simples. Notons cependant que, même alors, les définitions par postulats ou par axiomes ont une fécondité à laquelle les définitions nominales ne peuvent prétendre, grâce aux généralisations qu'elles permettent.

Pour ce cas de notions « dérivées », l'absence de contradiction entre les axiomes est aisée à vérifier. Il suffit, précisément, d'alléguer la constitution, à l'aide de notions antérieurement acquises, d'un concept satisfaisant à ces axiomes. C'est ce qui arrive pour la Géométrie, que l'on peut construire à l'aide des nombres. Seulement, comme nous venons de le voir, ce cas simple des notions dérivées est aussi, en général, le moins intéressant.

Pour les notions premières elles-mêmes, la difficulté est tout autre et paraissait jusqu'ici insoluble. C'est à elle que s'attaque, cette fois, M. Hilbert.

Cette difficulté, comme dans toutes les démonstrations négatives, réside dans la multiplicité des raisonnements, des combinaisons logiques que l'on peut former avec les axiomes fondamentaux. C'est prévoir, en quelque sorte, la série complète des résultats qui pourront être obtenus par ces combinaisons logiques, que d'affirmer à l'avance que ces résultats ne présenteront pas de contradiction.

Mais, avant tout, il faut commencer par poser la question. Qu'entendrons-nous par *toutes* les combinaisons logiques possibles? C'est, on le sait, un sujet profondément étudié, dans ces dernières années, par toute une école de logiciens, tels que MM. Peano, Russell, etc. Une coordination serait souhaitable, entre les travaux de cette Ecole et les recherches actuelles de M. Hilbert, et l'on peut regretter que, dans la rédaction sommaire qu'il a présentée à Heidelberg, l'auteur n'ait pas eu le temps d'indiquer la concordance entre les deux points de vue. Il est clair, par exemple, qu'il y aurait lieu de savoir si *toutes* les règles de logique, telles qu'elles ont été posées par les auteurs que nous venons de nommer, sont introduites dans les combinaisons logiques dont il s'agit. Au premier abord (*loc. cit.*, p. 94), on est tenté de croire que le seul principe du syllogisme est pris en considération; mais la fin du travail (p. 102) semble indiquer que les choses ne doivent pas être entendues ainsi.

D'autre part, les principes de logique énoncés jusqu'ici sont-ils les seuls qui existent et qui pourront être utilisés par l'esprit humain? Tout ce que nous pouvons dire, c'est que tous les raisonnements — particulièrement tous les raisonnements mathématiques — actuellement construits paraissent reposer sur ces principes seuls. Mais, aussi bien qu'il a pu exister, dans l'histoire de la pensée humaine, une époque où personne n'avait songé à se servir, par exemple, de l'induction complète, il n'est pas absolument évident que l'avenir ne fera pas découvrir quelque autre propriété des notions premières, non réductible à celles que nous connaissons.

Si l'on considère les principes généraux de la Logique déductive comme préexistant aux Mathématiques, M. Hilbert ne peut, on le voit, affirmer l'absence de contradiction de ses axiomes que moyennant un postulat, à savoir l'inexistence de principes logiques encore inconnus. S'il est vrai que cette inexistence est assez

⁴ Voir COUTURAT : Définitions et démonstrations mathématiques, *Enseignement mathématique*, 15 mars 1905.

probable, on ne peut la regarder, cependant, comme une vérité démontrée.

Mais, en face de l'objection précédente, une autre attitude est possible, et c'est celle-là qu'adopte visiblement l'auteur. Elle consiste à considérer la Logique et la Mathématique comme formant un seul tout, une seule théorie, fondée sur une série d'axiomes dont il reste à établir la non-contradiction.

Dès lors, mis en présence d'un principe nouveau quelconque, on devra, sans distinguer s'il appartient au domaine de la Logique ou de la Mathématique, examiner s'il ne conduit à aucune contradiction lorsqu'on le combine avec les autres propositions antérieurement connues (de Logique ou de Mathématique indistinctement).

A ce point de vue, les raisonnements de M. Hilbert doivent être considérés comme établissant d'une manière complète l'absence de contradiction entre les axiomes de l'Arithmétique. Il en est ainsi, du moins, si, comme il y a lieu de le supposer, il a pu tenir compte de toutes les règles logiques connues, règles que nous sommes convenus, nous venons de le dire, de regarder comme les seules existantes.

Maintenant, que faut-il penser d'un tel point de départ?

Qu'il n'y ait pas de séparation bien tranchée entre la Logique et les Mathématiques, c'est ce qu'on pourra admettre sans difficulté. Mais l'identification qui se trouve établie entre les mots « vrai » et « non contradictoire », ces deux locutions étant en somme considérées comme synonymes, soulèvera peut-être plus d'objections.

En même temps que la communication de M. Hilbert, le compte rendu général des travaux du Congrès de Heidelberg nous apporte le texte définitif de celle de M. König. Celle-ci, concluant (comme nous l'avons dit précédemment) à l'impossibilité de mettre le continu sous forme d'un ensemble bien ordonné, invoquait un théorème de M. Bernstein sur les nombres ordinaux. Dans son texte actuel, l'auteur ne donne plus son résultat que sous forme dubitative, parce qu'il ne considère pas comme démontré, sans contestation possible, le théorème de M. Bernstein.

Il reste donc à considérer comme fondée la conclusion opposée de M. Zermelo, si, du moins, comme nous le ferions pour notre part, on estime que la démonstration de ce dernier n'est pas entamée par les objections dont nous avons parlé dans la *Revue* du 30 mars.

§ 2. — Météorologie

Concours international de prévision du temps (Septembre 1905). — Conformément à son programme, qui se propose non seulement le développement de l'Astronomie et de la Météorologie, mais encore de *provoquer et de faciliter les recherches de tous ceux qui désirent entreprendre des études dans cet ordre d'idées*, et se préoccupant aussi des lacunes de la prévision actuelle du temps, la Société belge d'Astronomie et de Météorologie prend l'initiative d'un *Concours international de prévision du temps*.

Elle fait appel à tous les savants et chercheurs, à quelque nationalité qu'ils appartiennent, et les convie à venir appliquer, sous sa direction, leurs méthodes et procédés quelconques de prévision.

L'organisation de ce concours est assurée par le Bureau de la Société. Le jury d'examen sera international et sera composé de MM. : B. Brunhes, directeur de l'Observatoire météorologique du Puy-de-Dôme; Prof. L. Grossman, météorologiste à la Deutsche Seewarte, à Hambourg; Dr Polis, directeur de l'Observatoire météorologique d'Aix-la-Chapelle; Lawrence Rotch, directeur du *Blue Hill Meteorological Observatory*; L. Teisserenc de Bort, directeur de l'Observatoire de Météorologie dynamique de Trappes; J. Vincent, météorologiste à l'Observatoire royal de Belgique, qui ont bien voulu accepter d'en faire partie.

Ce jury aura à sa disposition un *prix de 5.000 francs* destiné à récompenser l'auteur des prévisions les mieux réussies d'après le programme suivant :

Le concours ne s'applique qu'à la prévision du temps à courte échéance, c'est-à-dire vingt-quatre heures à l'avance.

Les prévisions seront établies d'après les cartes synoptiques que tout bureau central météorologique publie chaque jour; mais, cependant, il sera loisible à chaque concurrent de se servir de toute autre méthode.

L'objectif principal des concurrents sera de déterminer pour le lendemain, c'est-à-dire dans les vingt-quatre heures :

1° Les variations barométriques, en hausse ou en baisse, qui devront se produire à la surface entière de l'Europe;

2° La trajectoire approximative des centres de dépression;

3° L'arrivée ou la disparition des bourrasques et des anticyclones.

Les oscillations barométriques ayant une influence capitale sur l'état de l'atmosphère, leur prévision doit être le but de tout concurrent et l'objectif principal de ce concours.

Le prix sera donc attribué au météorologiste qui aura obtenu dans ce genre de prévisions les meilleurs résultats.

Les concurrents devront s'inscrire au secrétariat de la Société belge d'Astronomie, 15, rue Philomène, à Bruxelles, avant le 1^{er} juillet 1905, où tous renseignements complémentaires leur seront donnés.

§ 3. — Physique

Effets de radiation sur les plaques au gélatino-bromure d'argent. — Les recherches relatives aux effets de radiation des corps organiques et inorganiques sur les plaques photographiques au gélatino-bromure d'argent se multiplient dans ces derniers temps, et des opinions fort divergentes ont été énoncées à ce sujet. Ce qu'il y a de bien établi, c'est qu'une série de bois et de substances ligneuses, ainsi que des corps inorganiques (plusieurs métaux, le peroxyde d'hydrogène, le chlore, le sulfure d'hydrogène, l'ozone, etc.), exercent, sur la couche sensible, un effet analogue à celui des ondes lumineuses, y produisant des impressions susceptibles d'être révélées.

Dans un Mémoire publié dans les *Annalen der Physik* (n° 4, 1905), M. W. Merckens se pose la tâche d'examiner si les réactions en question sont de vrais effets de rayonnement (c'est-à-dire étant dus aux vibrations de l'éther) ou bien des actions purement chimiques. C'est à cette dernière opinion que s'arrête l'auteur, qui les attribue à l'oxygène à l'état naissant, produit par le peroxyde d'hydrogène. Une étude très soignée des métaux à l'état de pureté maxima et à surface bien polie a fait voir que l'intensité des effets dépend du caractère électropositif du métal : plus ce caractère est accentué et plus ces effets sont intenses. C'est dire que l'ordre dans lequel les métaux se placent est identique à celui de la série de tensions de Volta; l'auteur explique cette coïncidence par la capacité de former du peroxyde d'hydrogène à l'air, capacité que détermine la position de l'élément dans la série de Volta.

§ 4. — Chimie physique

Détermination de la masse atomique de l'azote. — L'auditoire de choix qui assistait, le 10 juin, à la réunion annuelle que la Société chimique de Paris a coutume d'organiser à l'occasion des congés de la Pentecôte, a écouté avec un très grand intérêt la communication de notre collaborateur, M. Ph.-A. Guye, sur les travaux que le très distingué professeur vient d'achever au Laboratoire de Physico-Chimie qu'il dirige à l'Université de Genève. La *Revue* donnera prochainement le texte détaillé de cette belle conférence, dont

il nous suffira de mentionner pour le moment la conclusion.

La masse atomique de l'azote avait été indiquée, par le célèbre Stas, comme étant égale à 14,055, celle de l'oxygène étant prise égale à 16. Les recherches de M. Guye et de ses collaborateurs abaissent ce nombre à 14,01, le plaçant ainsi extrêmement près d'un nombre entier.

On sait combien sont coûteuses et délicates les recherches de haute précision, notamment dans le domaine chimique, et nous ne pouvons que nous associer de tout cœur aux félicitations adressées au conférencier par M. Lindet, Président de la Société Chimique, en disant que les nouveaux résultats apportés par M. Guye font le plus grand honneur à la Science genevoise, dont ils continuent les belles traditions.

§ 5. — Zoologie

Le nouveau Parc zoologique de New-York.

— La question des jardins zoologiques, si nécessaires à la vulgarisation des sciences et au progrès de la Biologie, de l'Ethnologie et de la Psychologie animales, est très négligée en France. Nous ne possédons que deux établissements de ce genre, tous deux situés à Paris : la ménagerie du Muséum, beaucoup trop à l'étroit et, si l'on veut me passer le mot, « un peu vieux style », et le Jardin d'Acclimatation, simple entreprise commerciale, où l'on entretient des dromadaires et des éléphants pour procurer aux plus jeunes visiteurs le plaisir de monter sur leur dos.

Dans tout le reste de la France et de l'Algérie, il n'y a pas d'établissements zoologiques dignes de ce nom. Sans parler des grandes villes comme Lyon et Bordeaux, il semble que Marseille serait tout indiqué pour y établir un grand parc zoologique : le château Borély offrirait un excellent emplacement. Cette ville est la porte d'entrée des produits de l'Afrique et de l'Orient. Le climat permettrait, pendant la plus grande partie de l'année, de conserver en plein air les animaux tropicaux, avantage considérable et important élément de succès dans les essais d'acclimatation et d'élevage. Cette supériorité naturelle devrait faire de Marseille le centre du marché zoologique européen; elle pourrait supplanter Hambourg, où le commerce des fauves est actuellement concentré entre les mains de la maison Hagenbach. Alger, en plus de son Jardin botanique, devrait avoir un parc zoologique, où toute la riche faune africaine pourrait être représentée et conservée dans des conditions naturelles idéales. C'est là une œuvre d'utilité générale que toutes les municipalités de ces villes, ou, à leur défaut, des Sociétés scientifiques privées, devraient entreprendre au plus tôt.

Aux Etats-Unis, chaque grande cité possède un jardin zoologique, — familièrement connu sous le nom de « zoo ». D'ordinaire, il est établi par des Sociétés privées, plus rarement par les municipalités, et parfois par le Gouvernement (Parc zoologique national de Washington¹, annexe de l'Institut Smithsonian; de même, notre Muséum d'Histoire naturelle devrait avoir à Vincennes un parc où les grands animaux pourraient mener une existence plus conforme à leur régime naturel). Le plus récent, et déjà le plus riche et le plus intéressant de tous ces jardins, est celui de New-York. C'est un véritable jardin zoologique modèle, dont l'organisation et les innovations méritent d'être examinées.

Il a été aménagé et il est dirigé par le Comité exécutif d'une Société scientifique privée : « The New-York Zoological Society », composée à la fois de spécialistes, de généreux financiers et de membres ordinaires. L'emplacement a été donné par la ville de New-York en 1898 : c'est une étendue de 400 hectares environ, située près du terminus septentrional du chemin de fer aérien. Le Comité a aussitôt commencé son œuvre,

destinée « au progrès des recherches biologiques ainsi qu'à l'instruction et au plaisir artistique des habitants de la ville de New-York et de ses hôtes ». Le premier soin de la Commission a été de conserver aussi intacte que possible la portion de la vieille forêt de Broux qui lui avait été dévolue. Les parties marécageuses furent transformées en étangs, d'autres furent drainées, un système très soigné d'égouts fut établi. Tout en respectant les vieux arbres et les rochers, on traça des avenues ombrées qui délimitaient des parcs variés où les Cervidés et les Antilopes furent installés. Ces enclos sont entourés d'un treillis en fil de fer aux larges mailles rectangulaires (0^m,20 X 0^m,10), peu visibles et très recommandables pour un pareil usage.

Pour installer les nombreuses espèces d'ours de l'Amérique du Nord, on a utilisé avec beaucoup d'à propos une paroi rocheuse naturelle, dans laquelle il a été creusé des cavités où les animaux trouvent un abri frais et agréable. Dans chaque loge, l'eau est abondante, le nettoyage facile et le drainage parfait.

Une autre colline rocailleuse a été aménagée pour servir de résidence aux chèvres des Montagnes Rocheuses (*Oreamnus montanus*), aux montons de la Sierra Nevada (*Ovis Nelsonii*), aux moutons, aux bouquetins et aux chamois.

L'« antilopérie » est une large rotonde elliptique, comparable à la vieille demeure des éléphants du Muséum de Paris. Elle est entourée de parcs rayonnants, communiquant directement avec les compartiments intérieurs. Le centre de la rotonde est accessible aux visiteurs, qui peuvent ainsi jouir de la vue des animaux en cas de mauvais temps et pendant l'hiver.

Le Pavillon des Reptiles, très réussi, possède une heureuse disposition architecturale et intéresse par sa collection, la plus riche et la plus systématique que j'aie vue en ce genre. La brique et la pierre de taille ont été heureusement employées dans la construction de cet édifice, à l'aspect simple et élégant. La corniche est ornée de sculptures, dont les motifs sont tous tirés du monde des reptiles, et des têtes d'alligators saillent en guise de gargouilles. A l'intérieur, le grand hall central donne sur un large bassin. Il est bordé par une plage de sable où se vautrent les alligators du Mississippi et les crocodiles de la Floride.

Au delà, massée dans une baie vitrée en saillie, la végétation tropicale des Everglades, sabals, yuccas, palétuviers, forme un fond de tableau merveilleusement approprié au premier plan. La série des types de reptiles américains est très belle, et les formes principales des autres continents sont également représentées. Une mention spéciale est due aux tortues géantes des Galapagos, dont trois espèces différentes sont exposées.

Les Oiseaux possèdent déjà une énorme volière, avec un palais d'hiver pour les échassiers des tropiques. La volière, en forme de voûte gothique, a 20 mètres de hauteur, 20 mètres de largeur et une longueur de 150 mètres. Le grillage est à larges mailles en fil de fer très fin, de manière à gêner le moins possible la vue. A l'intérieur se trouvent un bassin, des buissons et trois arbres de 15 mètres de hauteur, où les oiseaux peuvent se nicher.

Une Galerie ornithologique est en cours de construction. La toiture sera entièrement formée de verre opaque, le chauffage assuré par une circulation d'eau chaude, et un ingénieux système de monte-charges placés en arrière des cages, dans une galerie latérale invisible du public, permettra de distribuer la nourriture presque automatiquement.

La Galerie des Fauves est construite dans le même style que le Pavillon des Reptiles; seulement le sculpteur s'est inspiré de l'anatomie des Félins. Ces motifs, à la fois pleins de force et de grâce, constituent en quelque sorte une enseigne qui indique au visiteur ignorant ou étranger le but de l'édifice.

Les cages intérieures sont limitées en avant par un grillage rectangulaire en fil d'acier, léger canevas à la fois résistant et peu visible (les fils ont un diamètre de

¹ Voir l'intéressant chapitre que M. H. de Varigny lui consacre dans son livre : *En Amérique*.

0^m,006 et un écartement de 0^m,10). C'est là un grand progrès sur les lourds barreaux de fer si généralement employés pour les cages aux lions du vieux monde. Les parois des loges sont en briques vernissées couleur vert jungle. Le revêtement, sur lequel la poussière et l'humidité sont sans prise, constitue un excellent fond qui met en valeur les teintes fauves de la robe des félins.

Entre les loges intérieures, qui servent de quartier d'hiver aux animaux, et les compartiments extérieurs, se trouve un couloir de service avec des cages mobiles montées sur rails, servant à transférer les animaux d'une loge dans une autre. Dans la galerie réservée aux visiteurs, on a ménagé des gradins et des bancs qui permettent à un plus grand nombre de personnes de jouir de la vue des animaux. Des cartes géographiques indiquent la distribution des différentes espèces. Dans la demi-rotonde centrale est installée une exposition de tableaux, où les peintres d'animaux placent leurs meilleures toiles, non loin des modèles qui les ont inspirés.

Le Pavillon des Singes est un véritable petit palais, qui réunit les derniers perfectionnements techniques au point de vue de la ventilation, du chauffage, de l'éclairage et du nettoyage par le vide. Les parois sont vernissées et aseptiques. Les intéressants pensionnaires ne sont point masqués par des barreaux de fer : ils ont de l'espace, et leur résidence est un véritable solarium où ils peuvent prendre des bains de lumière toutes les fois que le soleil luit. La collection, constamment renouvelée, comprend, en outre des Lémuriens, des Sapajous, des Macaques et des Babouins, plusieurs Primates, des Chimpanzés et des Orangs-Outangs, dont on étudie les mœurs et la mentalité. En quittant ce pavillon, on a la même impression d'ingéniosité inventive, de propreté méticuleuse, d'asepsie rigoureuse et de confort simple, mais réel (sans prétentions luxueuses), que si l'on sortait du nouvel hôpital Boucicaut, ou d'un sanatorium récemment installé.

Le style général adopté pour les constructions est à la fois correct, logique et élégant. Il est préférable à l'architecture tapageuse du Jardin zoologique de Berlin, qui ressemble à une exposition provisoire plutôt qu'à un établissement sérieux et permanent.

En songeant que le Parc zoologique de New-York n'a que six années d'existence et qu'au début de 1898 son emplacement n'était qu'une forêt marécageuse, on est réellement étonné de tout ce qui a été accompli en un si court intervalle. Son originalité consiste dans l'emploi d'une *architecture entièrement rationnelle*, c'est-à-dire adaptée au but de chaque édifice, et dans l'effort accompli pour placer chaque animal dans des conditions aussi voisines que possible de son habitat naturel.

Il convient donc de féliciter les savants et les financiers de New-York des brillants résultats de leur initiative, et de souhaiter qu'une coopération aussi féconde se réalise quelquefois en France.

Maurice Allorge.

§ 6. — Physiologie

Le meilleur procédé d'anastomose intestinale pour les expériences physiologiques.

— On sait que, pour l'obtention du suc intestinal et pour l'étude des propriétés et des conditions de sécrétion de ce suc, les physiologistes pratiquent chez le chien, la chèvre, les moutons, les bovidés, l'opération de Thiry-Vella ou une opération analogue. Après avoir sectionné à ses deux extrémités une anse intestinale et en avoir abouché à la surface cutanée les orifices, ils établissent par une suture convenable la continuité de l'intestin. Il n'est pas indifférent de pratiquer cette dernière suture d'une façon quelconque, pour assurer la survie indéfinie des animaux d'expérience; c'est là un point important de technique que viennent de mettre nettement en lumière MM. A. Frouin et Pozerski.

On peut pratiquer soit l'anastomose termino-terminale, soit l'anastomose latéro-latérale. Dans le premier

procédé, les deux orifices intestinaux sont réunis bout à bout par des sutures circulaires. Dans le second, les orifices de section sont fermés par des sutures muco-muqueuses ou par des ligatures, et ces sutures ou ligatures sont invaginées par un plan de suture séro-séreuse, puis des ouvertures longitudinales sont pratiquées sur chaque tronçon d'intestin, le plus près possible de l'extrémité, et anastomosées entre elles par les procédés courants.

A priori, on serait tenté de donner la préférence à ce second procédé qui paraît plus convenable que le premier pour conserver la pleine vitalité des parties intéressées et éviter les rétrécissements intestinaux consécutifs. Cette opinion favorable au second procédé n'est pas justifiée par les faits. Tous les animaux opérés par MM. Frouin et Pozerski selon le mode latéro-latéral sont morts d'obstruction intestinale après une survie de trois à dix-huit mois. Les animaux opérés selon le mode termino-terminal n'ont pas présenté ces accidents tardifs. L'obstruction intestinale observée chez les premiers ne résulte pas d'un rétrécissement de l'orifice opératoire de communication, mais d'une accumulation progressive de matières résiduaire dans un cæcum artificiel dérivé du bout supérieur de l'intestin, cæcum dont on ne saurait empêcher la formation, étant données les conditions nécessaires de l'opération.

Ce point de technique opératoire était intéressant à fixer; désormais, les physiologistes sauront qu'il importe d'avoir uniquement recours au procédé d'anastomose termino-terminale dans la pratique de cette opération délicate pour pouvoir compter sur la survie absolue des opérés.

§ 7. — Sciences médicales

Le casier sanitaire des maisons de Paris.

— On sait qu'il existe à la Préfecture de la Seine un Service, dit du « casier sanitaire », dans lequel sont réunis et groupés, par maison, les renseignements sur les cas de décès par maladie contagieuse. C'est une organisation qui pourrait rendre de grands services, car une étude attentive des Rapports de ce Service a montré qu'il existe dans Paris des quartiers, des maisons où le nombre des décès dus notamment à la tuberculose est tristement significatif. Aussi le Préfet de la Seine vient de créer une Commission pour étudier « l'influence de l'habitation sur l'étiologie et la propagation de la tuberculose à Paris » et pour « rechercher les mesures à prendre pour combattre le développement de cette maladie ».

Cette Commission devra rechercher les moyens d'enrayer le mal en ménageant, dans la mesure du possible, les intérêts des propriétaires. Elle est composée de M. le Préfet de la Seine, de MM. Lefèvre et Navarre, conseillers municipaux, Roux et Chantemesse, de l'Académie de Médecine, A.-J. Martin, Thierry et Juillerat, du Service de l'Assainissement, etc.

§ 8. — Géographie et Colonisation

L'Association caoutchoutière coloniale.

— Une Association caoutchoutière coloniale vient de se fonder pour développer la production du caoutchouc dans nos colonies, et assurer à ce caoutchouc un marché direct en France. On sait qu'un tel organisme existe déjà à Bordeaux, où il a pris une grande importance.

Le besoin de cette création se fait d'autant mieux sentir que, si l'on se reporte aux renseignements publiés par l'Office colonial, on constate que la consommation du caoutchouc dans le monde est en progrès constant. En 1896, elle était de 39 millions de kilogs; en 1903, elle a été de 65 millions. Sur ce chiffre, les Etats-Unis prennent 25 millions, Liverpool 18 millions, Hambourg 7.500.000, Anvers 7.700.000, le Havre 5.200.000, Londres 1.300.000 et Bordeaux, marché de création toute récente, 1.100.000.

Nous devons ajouter aussi que la qualité de nos produits d'Afrique s'améliore constamment, et que, dans la Guinée française, les sorties de caoutchouc représentent les neuf dixièmes du commerce total.

Dans une récente réunion de l'Association caoutchoutière, à laquelle assistaient M. Clémentel, ministre des Colonies, et MM. Merlaux-Ponty et Merlin, gouverneurs en Afrique Occidentale, M. J. Siegfried a demandé au ministre d'inscrire au budget de 1906 un crédit important, sous forme de subvention, nécessaire au développement des cultures caoutchoutières et à celui des industries de la métropole. Le ministre a promis de réserver des fonds pour deux ou trois missions.

Puis, M. Merlaux-Ponty, gouverneur du Haut-Sénégal et Niger, partant de ce fait que le Soudan n'est pas une colonie de peuplement, a posé en principe que c'était l'indigène lui-même, pour le caoutchouc comme pour le coton, qui devait y être notre propre colon, et que le rôle de l'Européen, purement commercial, consistait à lui acheter ses produits. D'ailleurs, au Soudan, ce rôle est déjà rempli par seize maisons; aussi, en ce qui concerne ce pays, l'Association peut s'abstenir de toute opération commerciale. Ce gouverneur a développé les instructions qu'il a adressées aux chefs de village, et dont il a surveillé personnellement l'exécution. Elles consistent à faire planter par chaque habitant du village dix pieds de caoutchouc, la production devenant la propriété du village, qui trouve là les ressources nécessaires au paiement de l'impôt.

M. Merlin a ensuite traité le même sujet au point de vue particulier de la Côte d'Ivoire.

Après des observations de MM. Dybowski et Spire, M. Choumier a précisé le rôle de l'Association caoutchoutière, qui doit se borner à étudier et à indiquer aux Pouvoirs publics les meilleures mesures à prendre pour amener les indigènes à récolter le caoutchouc suivant les méthodes rationnelles, à favoriser la culture, le commerce et l'industrie du caoutchouc dans les colonies françaises, et à assurer la vente de ce produit sur les marchés français.

§ 9. — Universités et Sociétés

Conseil de l'Université de Paris. — Le Conseil de l'Université de Paris s'est réuni le 29 mai sous la présidence de M. Liard. Il a accepté l'invitation qui lui a été adressée par l'Université de Saint-Andrews de se faire représenter aux fêtes qu'elle donnera à l'occasion du quatrième centenaire de George Buchanan.

Il a décidé d'envoyer aussi au Congrès international de Sport et d'Education physique, qui aura lieu en juin à Bruxelles, un délégué et un étudiant de l'Université de Paris.

Enfin, il a accordé diverses allocations destinées à couvrir les frais d'excursions d'étudiants, ou à réaliser des améliorations dans le service des Facultés : organisation de deux salles de travail pour les étudiants en droit, travaux de protection pour le Laboratoire de Wimereux, achat de moulages pour la Chaire d'Archéologie, etc.

Un crédit spécial destiné à l'exécution, par Chaplain, du médaillon du grand mathématicien Hermite, qui doit être placé dans la cour de la Sorbonne, a été voté.

École de Physique et de Chimie de la Ville de Paris. — M. Haller, membre de l'Institut, vient d'être nommé directeur de l'École de Physique et de Chimie industrielles, en remplacement de M. Ch. Lauth, démissionnaire et nommé directeur honoraire.

Société des Amis de l'Université de Paris. — Dans sa dernière Assemblée générale, la Société des Amis de l'Université de Paris a procédé à la réélection de son bureau, composé de la façon suivante :

Président : M. Casimir-Perier ;

Vice-présidents : MM. Ballot-Beaupré, Poirrier, L. Liard, Ribot, de Botschild, de Selves ;

Secrétaire général : M. Lyon-Caen ;

Secrétaires : MM. Noguères, président du Comité de l'Association générale des étudiants, et Dubasty, secrétaire-trésorier de l'Association des anciens élèves du lycée Charlemagne ;

Trésorier : M. Albert Durand, secrétaire de l'Académie de Paris.

M. Lyon-Caen a fait approuver son Rapport annuel. Six bourses ont été accordées, dont l'une est due à une fondation de M^{me} Henry-Gréard, fille du regretté vice-recteur.

Une bourse de 1.000 francs est accordée à M. Roynes, agrégé d'allemand, qui prépare des thèses, l'une sur Hegel et l'hégélianisme, l'autre sur les progrès de l'Anthropogéographie. M. Roynes se rendra à Berlin pour étudier les manuscrits du philosophe ; il visitera ensuite les pays scandinaves, l'Islande et la Hollande.

Quatre bourses de 800 francs chacune sont données à trois étudiants en droit et à un étudiant en sciences.

M. Dolléans, qui prépare l'agrégation d'Économie politique, ira en Angleterre étudier l'histoire du charbon, mouvement qui, de 1830 à 1848, a agité les classes populaires anglaises.

M. Robersat se rendra en Allemagne pour y examiner sur place la condition des salariés dans les grands centres industriels, en particulier dans le riche bassin houillier de la Ruhr.

M. Tisserand se rendra également en Allemagne, où il étudiera, sur le Rhin, à Hambourg, dans la Saxe et le Wurtemberg, les questions d'ordre juridique et social concernant les grèves.

Enfin, M. Eisenmenger, en vue de sa thèse de doctorat ès sciences, poursuivra, en Allemagne, en Suisse et en Hollande, des études sur l'évolution du système hydrographique rhénan.

En 1903, la Société avait alloué 2.000 francs à la Faculté de Médecine pour l'achat d'une lanterne Zeiss, servant aux trois enseignements de l'Histologie, de l'Anatomie pathologique et de l'Histoire naturelle médicale ; la Faculté a besoin, pour mieux alimenter le projecteur et installer un groupe électrogène, de 2.400 francs, qui lui sont accordés.

« Le Laboratoire de Roscoff, dit M. Lyon-Caen, consacré à la Zoologie marine, a été fondé en 1872, alors qu'aucun établissement du même genre n'existait encore à l'étranger. Il offre le précieux avantage de permettre aux savants et aux étudiants de faire porter leurs études sur des animaux vivants dans leur milieu naturel, et non plus sur des pièces conservées et défigurées par l'alcool ». La Société lui accorde 2.000 francs pour contribuer à l'achat du moteur destiné au bateau que possède le laboratoire.

A la Faculté des Sciences se rattache un Institut de Chimie industrielle qui compte de nombreux élèves, recrutés chaque année par voie de concours. Le directeur, M. Moissan, a eu l'heureuse pensée d'y introduire des cours d'allemand, d'anglais et d'espagnol. « Il est, avec grande raison, convaincu que la science et l'industrie ne sont plus possibles sans la connaissance des langues étrangères. Il importe au plus haut point, dans l'intérêt des élèves et même dans un intérêt national, que les jeunes gens connaissant ces langues puissent aller, à leur sortie de l'Institut de Chimie industrielle, occuper les positions qui leur sont offertes dans les pays étrangers, spécialement en Espagne, et que l'ignorance de la langue du pays ne leur fasse pas préférer des concurrents étrangers. » La Société contribuera, en 1905, par une somme de 500 francs à cet enseignement nouveau.

Enfin, 500 francs sont alloués à l'Institut de Géographie générale de la Faculté des Lettres, pour l'achat de cartes nouvelles et d'instruments de travail ; 900 francs à la collection d'œuvres d'art modernes, pour l'achat de moulages d'œuvres anglaises et allemandes, et 800 francs à l'École supérieure de Pharmacie pour l'achat d'objets à placer dans plusieurs collections.

LES TENDANCES ET LES RECHERCHES ACTUELLES DE L'ÉLECTROTECHNIQUE¹

L'industrie, comme la vie, est soumise à la loi de l'évolution : les productions et les développements industriels ne s'opèrent pas au hasard, et ce n'est que par exception que jaillit une invention de génie ; la plupart du temps, les actions de milieu agissent d'une manière presque nécessaire sur la transformation et le perfectionnement des organes techniques, et, par action de milieu, j'entends ici les besoins plus ou moins urgents dont la satisfaction s'impose d'une manière si logique que, s'ils ne sont pas remplis aujourd'hui, nous pouvons assurer qu'ils le seront demain.

Mais, tandis que l'évolution des phénomènes vitaux s'étend sur de longs siècles, celle des phénomènes industriels, surtout à l'époque où nous vivons, est si rapide que nous pouvons en saisir sur le vif et les causes et les effets.

Imaginons donc qu'un observateur, partant de l'état où se trouvait l'industrie électrique il y a une vingtaine d'années et observant l'état où elle se trouve aujourd'hui, se propose de rechercher quelles sont les raisons profondes et logiques qui ont amené les modifications successives et continues que nous constatons dans la forme, la dimension, l'agencement, les principes mêmes de nos machines ou appareils électriques ; c'est une étude de ce genre que je voudrais entreprendre ici ; elle nous montrera dans quelle direction générale évolue l'Électrotechnique, et, en prolongeant par la pensée cette évolution, dont nous aurons saisi un moment, peut-être pourrons-nous entrevoir ce que nous réserve l'avenir ; cette prévision, sans doute, ne s'étendra pas bien loin ; du moins aurons-nous essayé de donner un tableau d'ensemble de ce qui constitue aujourd'hui les idées régnautes et les préoccupations dans le monde des électriciens.

I

Commençons, comme il est juste, par les génératrices du courant électrique ; trois éléments ont influé sur leur forme et leurs dimensions ; ces éléments sont : la puissance, la tension et la nature de la force motrice.

L'augmentation progressive de la puissance est un phénomène normal dont il n'y a pas lieu de s'étonner ; meilleur rendement des grosses unités, moindre surveillance, prix moins élevé, encombre-

ment moins grand, telles sont les qualités qui ont peu à peu amené les constructeurs à l'étude des grandes machines : la dynamo la plus puissante qui figurait à l'Exposition de 1889 avait 250 kilowatts ; en 1900, elle atteignait 3.000 kilowatts ; aujourd'hui, on construit couramment des unités de 5.000 à 8.000 kilowatts. Il est douteux qu'on aille beaucoup plus loin, au moins dans la limite des besoins actuels ; dans une station centrale, la puissance de chaque machine ne doit être qu'une petite fraction de la puissance totale, d'abord pour que chaque machine puisse, autant que possible, fonctionner constamment à pleine charge, ce qui est une condition essentielle d'économie, ensuite pour que l'arrêt accidentel d'une machine ne produise pas de trouble grave sur le réseau ; si l'on réfléchit que d'après les évaluations les plus récentes, les besoins d'une ville comme Paris ne dépassent pas 70.000 à 80.000 kilowatts, on verra que des unités de 5.000 à 8.000 kilowatts conviennent bien en général et conviendront longtemps encore.

L'élévation des tensions s'est imposée dès que l'on a voulu étendre la portée et la puissance des transmissions électriques : on sait, en effet, que, pour un rendement donné, la tension au départ est proportionnelle à la distance, à la racine carrée de la puissance à transmettre, et inversement proportionnelle à la racine carrée du poids de cuivre immobilisé dans la ligne, autant de lois qui concordent pour justifier les élévations de plus en plus grandes des tensions employées.

Quelle influence cette tendance à l'élévation progressive des tensions a-t-elle exercée sur la forme et les dimensions des machines ? C'est ce que nous allons examiner rapidement.

Ce qui limite la tension qu'on peut faire produire à une machine donnée, c'est uniquement, si l'on met à part les difficultés d'isolement, la vitesse à laquelle on peut faire tourner cette machine ; et, ce qui limite cette vitesse, c'est la résistance des matériaux à la force centrifuge développée à la périphérie de la partie tournante. Cette force centrifuge est donc un élément essentiel à considérer dans la comparaison des machines. Or, on démontre aisément que, à force centrifuge égale et toutes choses égales d'ailleurs, la force électromotrice d'une machine croît avec son rayon et avec sa profondeur (dimension parallèle à l'axe), mais plus rapidement avec son rayon qu'avec sa profondeur : on a donc été amené naturellement à

¹ Conférence faite à la Société française de Physique le 28 avril 1905.

augmenter progressivement le diamètre des parties tournantes plus encore que leur épaisseur ; mais, en même temps, pour maintenir la force centrifuge dans des limites acceptables, il fallait réduire la vitesse angulaire de rotation : la machine moderne est donc devenue naturellement une machine de grand diamètre à marche lente. Pour fixer les idées, nous citerons les grands alternateurs de 5.000 kilowatts à 11.000 volts, en service au Métropolitain de New-York, qui tournent à 75 tours par minute et ont un diamètre de 5 mètres environ.

Le grand développement des moments d'inertie, la faible valeur des vitesses angulaires, amenèrent bientôt les parties tournantes des machines électriques à ressembler singulièrement aux volants des machines à vapeur : de là à confondre en un seul ces deux organes jusqu'alors séparés et à supprimer l'intermédiaire, inutile et gênant, des courroies de transmission, il n'y avait qu'un pas : c'est ce qui a été fait, et aujourd'hui l'ensemble de la machine motrice et de la machine électrique forme un tout absolument homogène, auquel doivent collaborer, sans s'ignorer l'un l'autre, l'ingénieur-mécanicien et l'ingénieur-électricien : ce sont les groupes électrogènes de nos usines modernes.

Les dynamos à courant continu et les alternateurs se sont développés à peu près parallèlement, au moins au point de vue de la perfection et de l'économie de leur construction ; mais, au point de vue de l'importance, sinon du nombre des machines construites, les premières sont aujourd'hui bien dépassées par les seconds, à cause de la grande facilité avec laquelle le courant alternatif se prête à la production et à la transformation des hautes tensions. L'uniformité de types a succédé à la variété d'autrefois, et les machines d'aujourd'hui sont, en général, caractérisées par une symétrie parfaite autour de l'axe.

Pour la dynamo à courant continu, la forme multipolaire, avec couronne de pôles inducteurs extérieure et fixe, armature intérieure et mobile, est aujourd'hui absolument générale. L'armature est constituée par un cylindre rainuré suivant ses génératrices ; les conducteurs induits, solidement encastés dans ces rainures, ne craignent plus ni les efforts radiaux de la force centrifuge, ni les efforts tangentiels des forces électromagnétiques ; l'entrefer, cette cause de grande dépense dans l'excitation des machines, est réduit à son minimum entre les surfaces, soigneusement tournées et alésées, de l'armature et des pièces polaires.

La raison d'économie de matière, de plus en plus impérieuse dans la construction moderne, conduit à dissiper les énergies perdues (hystérésis, effet Joule, courants de Foucault) dans des volumes de plus en plus restreints ; il en résulterait, si l'on ne

prenait pas de précautions spéciales, des élévations de température excessives, que l'on évite par une étude attentive de la ventilation des induits : de nombreux canaux de ventilation sont judicieusement ménagés dans la masse de la partie tournante, qui constitue ainsi un véritable ventilateur ; quelquefois même, un ventilateur spécial envoie un puissant courant d'air dans la machine.

La commutation sans étincelle sous les balais, cette pierre d'achoppement qui a si longtemps arrêté les premiers inventeurs de la dynamo, continue, malgré tous les progrès effectués dans cette voie, à faire l'objet de nombreuses études : si l'on réfléchit que, au moment du passage sous un balai, le courant doit se renverser dans une section en un temps qui est de l'ordre du $1/500$ de seconde, on comprendra, malgré l'apparence paradoxale que peut avoir cet énoncé, que les phénomènes de self-induction ont une importance plus grande dans les machines à courant continu que dans les machines à courants alternatifs ; des tensions extrêmement élevées, auxquelles on a donné le nom de tensions de réactance, se développent ainsi et se manifestent, si l'on n'y porte pas remède, par des étincelles destructives aux balais. Les artifices généraux que l'on emploie pour les éviter consistent soit à diminuer, soit à équilibrer autant que possible ces tensions par d'autres convenablement choisies : je ne ferai que rappeler pour mémoire l'ancienne méthode, qui n'était qu'un pis aller, et qui consistait à décaler les balais dans le sens du mouvement ; parmi les artifices plus modernes, je me bornerai à citer celui des pôles supplémentaires, parcourus par le courant total de la machine et situés sur les lignes neutres ; celui des cornes polaires dissymétriques à l'entrée et à la sortie ; celui, enfin, de modes d'enroulements plus ou moins compliqués de l'induit, qui peuvent présenter certains avantages au point de vue de la diminution de la tension de réactance. Quoi qu'il en soit, on comprend l'importance des études expérimentales qui ont pour objet la détermination de la forme, en fonction du temps, du courant variable qui circule, pendant la commutation, dans chaque section d'une dynamo à courant continu : ces études deviennent de délicates expériences de laboratoire à cause de la petitesse de l'intervalle de temps mis en jeu.

L'alternateur moderne semble, lui aussi, avoir pris sa forme définitive : il se compose, à l'inverse de la dynamo à courant continu, d'une couronne d'induit, extérieure et fixe, et d'une roue portant les pôles inducteurs, intérieure et mobile. Le nombre de ces pôles, qui dépasse rarement 12 ou 14 dans la machine à courant continu, atteint souvent 80 et plus dans les alternateurs : ce grand nombre est nécessaire pour produire, avec des

marches lentes, les fréquences 25 ou 50, usitées dans la pratique.

Le choix de l'induit comme partie fixe des grands alternateurs s'impose par deux raisons très simples : d'abord, il est plus facile d'isoler, pour de très hautes tensions, des parties fixes que des parties mobiles, soumises à la force centrifuge; ensuite, le grand moment d'inertie des inducteurs convient bien pour constituer un volant de la machine motrice. On construit ainsi, à l'heure actuelle, des alternateurs pouvant produire directement 10.000 à 12.000 volts.

Pourquoi cette disposition si logique ne s'étend-elle pas aux machines à courant continu? Uniquement parce que, dans ces machines, les balais sont solidaires de l'inducteur, et que, par suite, si l'on rendait celui-ci mobile, il faudrait faire aussi tourner ceux-là, ce qu'on ne s'est pas encore résigné à faire, au moins pour les génératrices; si l'on ajoute à cela que le collecteur des dynamos à courant continu est toujours une pièce délicate et dont il est difficile d'isoler convenablement les lames consécutives, on reconnaîtra sans peine que les alternateurs se prêtent mieux que les dynamos à la production directe des hautes tensions.

Comme dans la machine à courant continu, le circuit induit des alternateurs se compose de barres logées dans des rainures pratiquées suivant les génératrices de l'armure. Il comporte un, deux ou trois enroulements, suivant qu'il s'agit d'un induit mono, di ou triphasé.

Les formes des machines paraissent ainsi à peu près définitivement fixées lorsque l'apparition des turbines à vapeur vint tout modifier : la grande vitesse à laquelle doivent tourner ces moteurs impose des formes nouvelles pour les machines électriques; pas un instant, en effet, il ne vint à l'idée de renoncer aux avantages si précieux des groupes électrogènes et de commander par courroie ou par engrenage les anciennes machines à marche lente.

Ici encore, comme précédemment, nous aurons surtout en vue les alternateurs, bien que, dès maintenant, on construise également des groupes : turbine à vapeur, dynamo à courant continu.

Tout d'abord, nous remarquerons que les grandes vitesses exigées par les turbines entraînent pour les alternateurs un faible nombre de pôles : la relation entre la vitesse angulaire, exprimée en tours par minute, et le nombre des pôles, pour une fréquence donnée, est représentée par une hyperbole : on voit, par exemple, que, pour la fréquence 25, la vitesse de la machine doit être de 1.500 tours par minute si l'alternateur est bipolaire et de 750 s'il est à 4 pôles ; il résulte de là qu'aux grandes vitesses, on a très peu de choix pour la

vitesse et pour le nombre de pôles ; les machines lentes, au contraire, sont beaucoup plus souples et permettent une grande indétermination dans le choix des vitesses et le nombre de pôles. C'est là une difficulté sérieuse dans la construction des turbo-alternateurs. En fait, les turbines sont construites en général pour 3.000 ou 1.500 tours par minute, quelquefois 750 ou 500.

À ces grandes vitesses, on ne pouvait plus songer aux inducteurs volants de grand diamètre : il fallut donc, bon gré mal gré, réduire ce diamètre et revenir aux faibles diamètres d'autrefois; mais, comme on prétendait garder le terrain conquis dans l'élévation des puissances et construire des turbo-alternateurs de 5.000 kilowatts et plus, deux moyens seuls restaient disponibles : allonger la machine parallèlement à l'axe, et, si cela ne suffisait pas, élever, grâce à des perfectionnements de la construction mécanique, la force centrifuge tolérée à la périphérie de la partie tournante.

L'un et l'autre procédé ont été employés : en effet, si nous comparons les dimensions analogues des inducteurs tournants de deux alternateurs triphasés de 350 kilowatts à 2.000 volts entre bornes, mus l'un par turbine à 3.000 tours par minute, l'autre par machine à vapeur à 142 tours par minute, nous voyons : 1° que la dimension parallèle à l'axe s'est allongée dans le turbo-alternateur de 65 à 80 centimètres; 2° que le diamètre s'est réduit dans une proportion bien plus grande de 310 à 50 centimètres; 3° comme conséquence, que la force centrifuge est beaucoup plus grande dans le premier que dans le second. Un calcul facile montre que, dans le premier, la force centrifuge est de 2.500 grammes-force par gramme-masse à la périphérie avec une vitesse de 80 mètres par seconde, tandis que, dans le second, elle est seulement de 40 grammes-force par gramme-masse à la périphérie avec une vitesse de 24 mètres par seconde.

On conçoit aisément que, dans ces conditions, une augmentation de puissance des turbo-alternateurs ne peut plus guère être recherchée dans une augmentation de vitesse, et que le seul moyen qui reste disponible est un accroissement des dimensions parallèles à l'axe : nous trouvons ainsi que deux alternateurs de 5.000 volts à 1.500 tours par minute, l'un de 480 kilowatts, l'autre de 2.000 kilowatts, ont à peu près le même diamètre (95 centimètres environ), mais ont des longueurs respectives de 460 et 1.200 centimètres.

Ces efforts excessifs, dus à la force centrifuge, devant lesquels on aurait reculé dans la construction ancienne, ont conduit à des formes toutes nouvelles pour les inducteurs tournants; il n'y a plus de pôles saillants; l'âme de l'inducteur

est un cylindre rainuré suivant les génératrices; les conducteurs, parcourus par un courant continu, qui font de cet inducteur un puissant électro-aimant, sont logés dans les rainures et maintenus en place par des coins très résistants et solidement encastrés; les portions de fils extérieures aux rainures sont enroulées sur une portion lisse du cylindre et maintenues en place par des frettes métalliques solides: si l'on réfléchit que ces frettes doivent subir des efforts de 30 kilogs par millimètre carré, et, d'autre part, n'être pas magnétiques pour éviter des dérivations magnétiques nuisibles, on reconnaîtra que le problème n'était pas facile à résoudre: les aciers au nickel, si bien étudiés par notre confrère, M. Guillaume, ont seuls permis d'y arriver.

Ces difficultés ne sont pas les seules; un équilibrage parfait des parties tournantes est nécessaire à ces grandes vitesses, tant au point de vue statique (centre de gravité sur l'axe) qu'au point de vue dynamique (coïncidence des axes de symétrie et d'inertie): quiconque assiste, dans les ateliers de construction, à ces opérations d'équilibrage, croit retrouver, pour ces puissantes machines les délicates méthodes de nos laboratoires de Physique.

Tous ces obstacles, et bien d'autres encore, ont été surmontés, et dès maintenant le turbo-alternateur semble être la grande machine de l'avenir.

II

Trois grands problèmes préoccupent actuellement les électriciens au sujet des alternateurs; ce sont: 1° le couplage; 2° le compoundage; 3° la destruction des harmoniques.

1° Le couplage en parallèle des alternateurs s'est imposé dès que l'on a réalisé de grandes usines composées de plusieurs groupes électrogènes devant entrer successivement en fonction suivant les demandes de puissance sur le réseau; toutes les machines devant avoir exactement la même fréquence, leur isochronisme rigoureux s'impose, d'où une difficulté toute nouvelle que ne connaissaient pas les dynamos à courant continu.

Les propriétés mêmes des courants alternatifs, heureusement, apportent une solution à un problème que des régulateurs de vitesse purement mécaniques auraient été incapables de résoudre: en effet, si une machine tend à se mettre en avance sur les autres, la puissance qu'elle doit fournir augmente et la fait ralentir; sa marche a donc tous les caractères d'un équilibre stable; l'équilibre, troublé un instant par une cause accidentelle quelconque, se rétablit par une série d'oscillations dont la période dépend uniquement du

moment d'inertie et des constantes électriques de l'alternateur; la loi de ces oscillations est celle du mouvement pendulaire, et leur période est, par conséquent, proportionnelle à la racine carrée du moment d'inertie, et en raison inverse de la racine carrée du couple supplémentaire (ou couple synchronisant) développé par un écart angulaire égal à l'unité.

Lorsque l'alternateur est conduit par une machine à vapeur à piston, le couple moteur lui-même est périodique, et la marche de la machine sera d'autant plus stable que sa période d'oscillation propre et la période du couple moteur seront plus différentes; au contraire, si ces périodes coïncident ou sont voisines, les oscillations s'amplifieront et bientôt l'alternateur tombera hors de phase, accident qui peut être des plus graves, le réseau se trouvant en court circuit sur l'alternateur *décroché*. On reconnaît là la théorie ordinaire de la résonance qui joue un si grand rôle dans toutes les parties de la Physique.

Il est essentiel non seulement d'éviter autant que possible des oscillations, mais de les amortir rapidement dès qu'elles tendent à se produire; c'est là le rôle des circuits amortisseurs de M. Leblanc, qui consistent en une série de barres de cuivre traversant de part en part les pôles inducteurs, et mises en court circuit de part et d'autre de la machine par deux cercles également en cuivre. Ce système joue exactement le rôle des cadres d'aluminium qui, dans certains modèles, amortissent les oscillations du galvanomètre Deprez-d'Arsonval.

L'étude des conditions du maintien rigoureux de l'isochronisme des alternateurs couplés a conduit à une conclusion paradoxale: c'est que les régulateurs de vitesse des machines motrices doivent ne pas être trop sensibles, certains auteurs mêmes ont été jusqu'à dire: doivent être supprimés, sauf un seul. On conçoit, en effet, que si, lorsqu'une avance d'un des alternateurs se produit, la machine motrice a un régulateur assez sensible pour s'accommoder immédiatement au supplément de puissance exigé par cette avance, le mécanisme purement électrique du maintien de l'isochronisme, que nous avons décrit plus haut, ne pourra se produire, et l'écart angulaire de l'alternateur ira en s'exagérant de plus en plus.

2° Le compoundage des machines électriques est un problème déjà ancien, puisque Marcel Deprez en a donné une solution bien connue, pour la dynamo à courant continu, dès 1881. Ce problème consiste, comme on le sait, à maintenir automatiquement la tension constante aux bornes d'une machine, quels que soient les incidents qui se produisent sur le réseau qu'elle alimente. Or, ce problème est beaucoup plus difficile à résoudre pour

les alternateurs que pour les machines à courant continu : dans les alternateurs, en effet, la chute de tension aux bornes, pour une excitation donnée, dépend de deux variables, le débit et la différence de phase entre le courant et la tension ; tandis que, pour les machines à courant continu, elle ne dépend que d'une variable, qui est le débit.

Si le compoundage avait uniquement pour but d'éviter un réglage à la main pour le remplacer par un réglage automatique, il serait déjà important, mais ne le serait que dans des cas particuliers.

Mais ce qui fait la véritable importance du compoundage des machines, en particulier des alternateurs, c'est qu'il permet une économie sensible sur leur construction.

Ce point de vue n'est pas évident, et mérite d'arrêter quelques instants notre attention : prenons un alternateur ordinaire, à faible chute de tension, et pour lequel, par conséquent, un réglage à la main suffit ; en augmentant la profondeur des rainures de l'induit, nous pouvons y loger plus de fils ; en diminuant l'entrefer, nous pouvons augmenter, pour une même excitation, le flux utile ; toutes ces modifications augmentent, sans dépense de matière, la tension de la machine et, par suite, sa puissance ; mais elles augmentent aussi la réaction de l'induit, de sorte que, pour maintenir constante la tension entre la marche en charge et la marche à vide, la gamme des variations du courant inducteur doit être telle que le réglage à la main devient impossible ; c'est ici qu'intervient l'utilité du compoundage. Des solutions purement électriques du problème ont été données dans ces dernières années, par MM. Maurice Leblanc, Boucherot, Blondel ; des solutions électromécaniques, c'est-à-dire faisant entrer en jeu simultanément le réglage de l'excitation et celui de la machine motrice, par M. Routin et M. Picou.

Le système de M. Boucherot, qui paraît le plus répandu à l'heure actuelle, consiste dans l'emploi, sur chaque phase, de deux transformateurs, l'un dont le primaire est en dérivation sur les bornes de l'alternateur, l'autre dont le primaire est en série avec le circuit général. Les secondaires de ces transformateurs, convenablement calculés, sont en série, et les forces électromotrices ainsi obtenues sont utilisées à produire un champ tournant dans l'entrefer d'une machine spéciale qui servira d'excitatrice. Dans ce champ tourne, avec une vitesse différente, un induit à collecteur ; grâce à un enroulement spécial de cet induit, on s'arrange de manière que les pôles électriques restent fixes sur le collecteur, comme dans les machines à courant continu ordinaires ; des balais placés en ces points recueillent donc un courant continu qui sert à l'excitation de l'alternateur principal et dont l'intensité

se règle automatiquement pour maintenir constante la tension aux bornes.

3° Les forces électromotrices produites par les alternateurs ne sont pas rigoureusement sinusoïdales ; comme toute fonction périodique du temps, elles peuvent être considérées comme la superposition d'un terme fondamental, le plus important de tous, et d'une série d'harmoniques de périodes sous-multiples de la période principale ; ces harmoniques sont dus à deux causes : en premier lieu aux formes respectives des pièces polaires et des bobines induites ; en second lieu à la présence sur l'armature des rainures et des dents qui produisent des fluctuations du flux et, par suite, de la force électromotrice. On peut prévoir sinon la grandeur, au moins l'ordre de ces derniers : par exemple, un alternateur triphasé à une rainure par pôle et par phase donne surtout les harmoniques qui ont 5 fois et 7 fois la fréquence du terme fondamental ; de même, pour 2 rainures par pôle et par phase, il donne les harmoniques 11 et 13, et enfin, pour 3 rainures par pôle et par phase, les harmoniques 17 et 19, et ainsi de suite.

La production de ces harmoniques est à tous les points de vue nuisible, et l'on voudrait à tout prix se rapprocher d'une courbe sinusoïdale ; de nombreuses tentatives ont été faites dans ce sens : on a taillé d'une manière plus ou moins empirique les bords des pièces polaires ; on a incliné les rainures sur les génératrices du cylindre d'armature ; on a proposé de composer l'induit de deux moitiés légèrement décalées l'une par rapport à l'autre ; tous ces moyens ont donné de bons résultats ; mais ce n'est que tout récemment que M. Maurice Leblanc s'est attaqué directement au problème et a présenté ce qu'il a appelé énergiquement : un étouffeur d'harmoniques. Ce système, fondé sur un principe analogue à celui de l'amortisseur, et qui n'est autre chose qu'un amortisseur de grande résistance, est encore trop nouveau pour qu'on puisse porter un jugement sur lui.

III

Les diverses génératrices électriques étant ainsi décrites, voyons la place qu'elles tiennent dans les stations centrales modernes.

Les moteurs qui les conduisent peuvent être hydrauliques, à vapeur ou à gaz.

Nous n'avons pas à rappeler ici l'importance des installations hydro-électriques : on évalue à plus de 500.000 chevaux la puissance ainsi utilisée en France. Basses chutes à grand débit, hautes chutes à faible débit, voilà les deux extrêmes entre lesquels se placent toutes les grandes usines existantes. Comme exemple des premières, nous cite-

rons l'usine des forces motrices du Rhône, à Jonages, près de Lyon, qui produit 12.000 chevaux avec une chute de 11 mètres et des alternateurs à marche lente de 120 tours par minute; comme exemple des secondes, l'usine de Vouvry, près du lac de Genève, qui utilise une chute de 1.000 mètres de hauteur, avec des alternateurs de 2.000 kilowatts à grande vitesse, à induit tournant, qui font 1.000 tours par minute.

L'installation hydro-électrique la plus grandiose à l'heure actuelle est celle du Niagara, où l'on trouve à la fois un débit colossal et une hauteur déjà très notable (40 mètres environ). Cette installation se partage entre cinq Compagnies qui peuvent disposer de 750.000 chevaux, sur lesquels 155.000 seulement étaient installés en octobre 1904, et 115.000 vendus; le capital immobilisé par ces cinq Compagnies est de 132.500.000 francs.

Dans les installations mues par la vapeur, l'ancienne machine à piston est encore loin d'être détrônée par la turbine; la double et triple expansion, la surchauffe, les économiseurs, l'augmentation de la puissance des unités ont abaissé la consommation à 5 kilogs de vapeur par cheval-heure.

Comme exemple d'une des plus importantes stations à vapeur du monde, nous citerons celle du Métropolitain de New-York, qui alimente 800 trains circulant sur un réseau souterrain de 24 kilomètres environ. Cette station comprend neuf groupes électrogènes de 8.000 chevaux chacun. Les machines à vapeur sont à double expansion, avec cette disposition particulière que les cylindres à haute pression sont horizontaux et les cylindres à basse pression verticaux, la course des pistons étant la même pour chacun d'eux.

Le caractère d'homogénéité que nous avons reconnu dans les groupes électrogènes se retrouve dans l'ensemble des grandes usines à vapeur telles que celle dont nous parlons maintenant; la manipulation du charbon et des cendres prend un caractère tout à fait scientifique: le charbon est élevé, par des wagonnets se mouvant sur un plan incliné, jusqu'au faite du bâtiment où, suivant un usage très répandu maintenant, se trouvent les soutes à charbon, en sorte que, ce premier travail effectué, c'est la pesanteur seule qui conduira le charbon des soutes aux foyers des chaudières, puis les cendres des foyers aux wagonnets destinés à les enlever; le chargement des chaudières se fait d'une manière tout à fait automatique, et les chauffeurs sont entièrement supprimés; partout la main-d'œuvre est réduite à sa plus simple expression; partout la manœuvre des wagonnets se fait par traction électrique et moteurs à courants alternatifs; ce système est capable d'élever 200 tonnes

de charbon par heure, ce qui est beaucoup plus que suffisant puisqu'on peut admettre en nombre rond que, à pleine charge, une usine de 80.000 chevaux comme celle-ci brûle 80 tonnes de charbon par heure. Une remarquable installation du même genre est à citer à l'usine centrale du Métropolitain de Paris.

Nous avons déjà attiré l'attention sur l'importance tous les jours plus grande que prennent les groupes électrogènes mus par turbine à vapeur: la turbine de Laval, qu'on ne peut se dispenser de citer ici, la turbine Parsons, la première qui ait réalisé de grandes puissances avec une marche relativement lente, la turbine Rateau en France, la turbine Curtis en Amérique, sont les plus connues.

Malgré l'inconvénient de leur grande vitesse, les turbines ont tellement d'avantages que leur usage se répand de jour en jour; cela est si vrai que la Commission chargée de l'étude du régime futur de l'électricité à Paris n'a pas hésité un instant à recommander, pour une installation qui atteindra 80.000 kilowatts, l'usage de turbo-alternateurs de 5.000 kilowatts ou plus chacun. Il est curieux de constater que l'on retrouve aujourd'hui, sous ces formes puissantes, le principe qu'Héron d'Alexandrie avait utilisé il y a plus de vingt siècles dans une machine qui n'était qu'un jouet.

Le principal avantage des turbines, qu'elles doivent précisément à leur grande vitesse, est le moindre encombrement: un groupe de 3.200 kilowatts pèse 20 tonnes, dont 9 pour la turbine et 11 pour l'alternateur; le même groupe, avec une machine à piston, pèserait 400 tonnes; le premier a un encombrement horizontal de 16 mètres de longueur sur 3^m,50 de largeur, soit 56^m²; le second occuperait environ 280^m². La turbine Curtis, dont l'axe est vertical, a un encombrement horizontal encore plus réduit: 7 % de celui d'une machine à vapeur de même puissance.

Les turbines comportent encore de nombreux avantages: la circulation uniforme de la vapeur toujours dans le même sens laisse chaque point à la même température, et par suite évite les condensations et vaporisations successives si nuisibles dans la machine à vapeur; la régularité de la vitesse et l'absence de tout couple périodique sont, comme nous l'avons vu, des avantages précieux au point de vue du couplage des alternateurs; l'absence de matières lubrifiantes dans les parties en contact avec la vapeur permet une surchauffe plus considérable que dans les machines à vapeur ordinaires, où les huiles sont détruites par une surchauffe trop élevée et où l'on ne peut guère dépasser 250°, tandis qu'on va jusqu'à 300° dans les turbines; l'eau de condensation, qui n'est pas souillée

par des matières grasses, peut immédiatement servir à l'alimentation de la chaudière. Grâce à toutes ces qualités, la consommation de vapeur s'est abaissée aujourd'hui à moins de 5 kilogs de vapeur par cheval-heure, c'est-à-dire est devenue comparable à celle des meilleures machines à vapeur.

L'inconvénient le plus grave est la nécessité d'une condensation extrêmement parfaite : on atteint aujourd'hui couramment des vides de quelques centimètres de mercure, le rendement de la turbine baissant extrêmement vite avec un mauvais vide au condenseur¹; ceci exige une alimentation en eau très abondante et telle qu'on ne peut la trouver, pour de grandes installations, qu'au bord d'un fleuve ou d'une rivière; un autre inconvénient est la difficulté de construire des groupes de faible puissance, non au point de vue de la turbine qui, au contraire, se prête très bien à ces faibles puissances, mais au point de vue de l'alternateur, et surtout de la dynamo à courant continu.

Un usage extrêmement intéressant des turbines à basse pression a été fait par M. Rateau pour utiliser les vapeurs d'échappement des machines à vapeur ordinaires sans condensation; ces vapeurs s'écoulent d'une manière intermittente à chaque coup de piston; grâce à un appareil extrêmement ingénieux, qu'il nomme un accumulateur de chaleur, dont la capacité calorifique emmagasine, puis restitue de la chaleur, M. Rateau transforme cet écoulement intermittent en écoulement continu propre à alimenter une turbine; c'est ainsi qu'aux mines de Bruay, la vapeur d'échappement d'une machine d'extraction à 0,9 kil./cm² est détendue par l'intermédiaire d'un accumulateur de chaleur, d'une turbine à basse pression et d'un condenseur jusqu'à la pression de 0,15 kil./cm². La turbine actionne deux dynamos à courant continu, dont l'énergie, aux frais d'installation près, est absolument gratuite, puisqu'elle utilise des vapeurs qui, auparavant, se perdaient librement dans l'atmosphère. Si l'on réfléchit que, dans les mines, par exemple, certaines machines d'extraction consomment en moyenne 5.000 à 6.000 kilogs de vapeur par heure, que dans les aciéries certains laminoirs consomment jusqu'à 20.000 kilogs de vapeur par heure, et que ces machines marchent souvent sans condensation, on verra que, par l'application des turbines à basse pression et d'une condensation aussi parfaite que possible, on pourra gagner de

600 à 700 chevaux dans le premier cas, et près de 2.000 dans le second¹, qu'on pourra utiliser et transporter sous forme électrique.

La dernière source motrice que nous avons à examiner est le moteur à gaz; réduit pendant bien longtemps à la production des petites puissances, il s'est développé depuis quelques années avec une rapidité extraordinaire; on peut voir aujourd'hui des moteurs à gaz à 4 cylindres en double tandem, à double effet, de 6.000 chevaux, ayant un rendement thermique (rapport entre la puissance utilisée et la puissance contenue dans la houille) de 38 %.

Il va sans dire que ces puissantes machines n'utilisent pas le gaz de ville; elles utilisent uniquement le gaz pauvre (et, dans ce cas, la consommation s'abaisse à 450 grammes de houille par cheval-heure), ou les gaz perdus provenant des hauts-fourneaux; cette dernière application surtout semble prendre actuellement un développement grandiose: un haut-fourneau produisant 100 tonnes de fonte par jour donne environ 16.000 mètres cubes de gaz par heure, qui peuvent produire une puissance d'au moins 2.000 chevaux; dans ces conditions, le kilowatt-an reviendrait à 100 ou 120 francs (intérêt et amortissement compris); On évalue à 600.000 chevaux la puissance ainsi perdue en Allemagne pour une production de 8.000.000 de tonnes de fonte; on peut dire que, lorsque toute cette puissance sera utilisée, et elle ne peut l'être que sous la forme électrique, la production de fonte deviendra l'accessoire, et celle de l'énergie électrique la principale dans les pays de hauts-fourneaux.

IV

L'énergie électrique étant produite par un des procédés que nous venons d'étudier, il s'agit de la transporter; les distances de transport augmentent tous les jours; San Francisco utilise pour ses tramways l'énergie produite par les chutes de l'Ubx, à une distance de 333 kilomètres.

Le système le plus généralement employé est celui des courants triphasés à haute tension: l'énergie est produite au moyen de groupes électrogènes de 1.000 à 7.000 kilowatts, directement jusqu'à 10.000 ou 12.000 volts environ, par transformation jusqu'à 25.000 volts, et souvent par double transformation au-dessus de 25.000 volts.

La tension la plus élevée en France est de 28.000 volts (réseau de l'énergie électrique du littoral méditerranéen), en Europe de 40.000 volts (transport de Gromo à Membro dans le nord de

¹ 1 kilog de vapeur, se détendant depuis la pression de 10 k/cm² jusqu'à la pression atmosphérique normale, donne théoriquement 39.000 kgm.; se détendant jusqu'à une pression de 0,205 k/cm², il donne 59.000 kgm., et, jusqu'à une pression de 0,070 k/cm², 72.000 kgm.

¹ Voir P. CHALEIL: L'utilisation des vapeurs d'échappement. *Revue générale des Sciences*, t. XV, p. 1041.

l'Italie), en Amérique de 50.000 volts (Missouri River power Co).

En général, les lignes employées pour les très grandes distances sont aériennes, en cuivre, ou quelquefois en aluminium; les hautes tensions que nous venons de signaler amènent à employer des isolateurs à plusieurs cloches et de très grandes dimensions pour éviter les décharges disruptives; ceux de la Missouri River ont 22 centimètres de diamètre et 13 centimètres de hauteur. Pour la même raison, et pour éviter les effluves entre fils, les conducteurs doivent être très écartés les uns des autres: dans la même installation, les trois fils de la ligne triphasée occupent les trois sommets d'un triangle équilatéral de 2 mètres de côté.

Les lignes souterraines, dont on peut évaluer le prix à trois fois celui des lignes aériennes, sont beaucoup moins répandues; cependant, on sait aujourd'hui construire des câbles qui, aux essais, résistent à une tension de 100.000 volts; des théories nouvelles et fort simples ont montré que, dans un câble, toute la masse de l'isolant ne travaille pas à la même tension, et que c'est dans le voisinage immédiat du conducteur que le gradient de potentiel est le plus élevé¹; ce sont donc les régions où il faut surtout employer des isolants à grande rigidité électrostatique. La plus longue ligne souterraine (comme transport) qui existe en France est une ligne de 13 kilomètres à 10.000 volts sur le réseau de la Méditerranée; des câbles à 26.000 volts sont en service à Toulon.

Les lignes aériennes ont, par rapport aux lignes souterraines, le grave inconvénient d'être exposées aux accidents dus à l'électricité atmosphérique. Les coups de foudre directs sont rares, et les électriciens, à l'heure actuelle, semblent craindre surtout les élévations de tension causées indirectement soit par des phénomènes d'influence électrostatique, soit par des phénomènes d'induction provoqués par les décharges oscillantes dues aux coups de foudre voisins. Il semble que, tant que l'isolement des lignes était médiocre, comme c'était le cas pour les lignes à basse tension, les élévations anormales de tension ne se produisaient pas, l'équilibre ayant le temps de s'établir suffisamment par la faible conductibilité des supports. Mais, à mesure que l'isolement est plus soigné, les hautes tensions dues aux phénomènes atmosphériques peuvent se développer sans se dissiper au fur et à mesure, et alors elles cherchent un point faible où elles provoquent des désordres importants. La

question des parafoudres destinés à intervenir en cas de décharge brusque, et des limiteurs de tension destinés, par des fuites volontairement établies, à empêcher toute élévation de tension, est donc devenue capitale dans les transmissions à longue distance.

Mais, qu'il s'agisse de câbles souterrains ou de lignes aériennes, d'autres élévations de tension sont à craindre: ce sont celles qui sont dues soit à la résonance inattendue d'un harmonique de la tension principale, dont la période se trouve coïncider avec celle des oscillations propres de la ligne, soit à la rupture brusque d'un court-circuit qui provoque ce que l'on appelait autrefois un extra-courant de rupture, extra-courant dont le calcul est fort compliqué si l'on veut tenir compte de toutes les circonstances qui interviennent. Aussi les parafoudres et limiteurs de tension sont-ils aujourd'hui considérés et étudiés comme des appareils de protection contre toutes les élévations anormales de tension, que ces élévations soient d'origine atmosphérique ou autre.

Les appareils accessoires dans ces grandes lignes de transmission prennent une grande importance: c'est ainsi que les interrupteurs deviennent de véritables machines; la rupture de l'arc dans l'air entraînerait à des dimensions tout à fait excessives; aussi, l'usage est-il très généralement répandu aujourd'hui de rompre ces arcs dans l'huile. Nous citerons ici un interrupteur triphasé, à huile, capable d'interrompre une puissance de 750 kilowatts sous 30.000 volts. Les disjoncteurs du Métropolitain de New-York, qui peuvent couper 5.000 kilowatts sous 11.000 volts, sont d'un type analogue.

En général, le courant triphasé à haute tension n'est pas utilisé tel quel à la station d'arrivée; il est soit transformé en courant triphasé à tension moindre, soit même transformé en courant continu à basse ou moyenne tension par commutatrices ou par groupes moteurs-générateurs.

Parallèlement au système de transmission par courants triphasés à haute tension, se développait, sur un champ d'action plus restreint, le très intéressant système série à intensité constante par courants continus à haute tension. Ce système, auquel s'attache invinciblement le nom de M. Thury, consiste à placer en série, sur un même circuit, toutes les génératrices d'une part, toutes les réceptrices de l'autre, et à faire varier suivant la demande de puissance, non pas l'intensité du courant, qui reste constante à toute charge, mais la tension de la station génératrice.

Le plus récent exemple et le plus beau d'un transport par courant continu série est celui de Saint-Maurice-Lausanne, sur une distance de 56 kilomètres; le courant est constant et maintenu, quelle que soit la demande de puissance, à 150 ampères. La

¹ Un câble armé, construit pour supporter 25.000 volts, avec 14^{mm},5 d'épaisseur d'isolant, supporte 5.000 volts par millimètre dans le voisinage du conducteur, et seulement 2.270 volts par millimètre dans le voisinage de l'enveloppe.

tension, au contraire, peut varier de 0 à 23.000 volts. A l'arrivée, le courant principal met en mouvement des groupes moteurs-générateurs, de manière à transformer le système à intensité constante, qui se prête bien aux longues transmissions, en système à potentiel constant, qui se prête mieux aux distributions urbaines. Parmi ces groupes, les uns donnent du courant continu à 500 volts pour les tramways, les autres du courant triphasé à 110 volts pour l'éclairage. Il est assez curieux de rencontrer ici un système où l'énergie est *transportée* sous forme de courant continu et *distribuée* sous forme de courants triphasés.

Tout récemment, un grand transport par le système du courant continu série vient d'être décidé entre Moutiers et Lyon, à une distance de 180 kilomètres : la tension atteindra 57.600 volts, et l'intensité constante sera de 75 ampères, ce qui correspond à une puissance maxima de 4.320 kilowatts.

V

Parmi les diverses formes sous lesquelles peut être utilisée l'énergie électrique, la plus importante est la forme mécanique. Les moteurs à courant continu, les moteurs, synchrones ou asynchrones, à courants alternatifs polyphasés sont classiques aujourd'hui. Le seul problème qui restait à résoudre jusqu'à ces derniers temps était celui du moteur monophasé; on possédait bien, il est vrai, le moteur asynchrone monophasé; mais ce moteur démarre mal et par des artifices compliqués; c'est surtout à ce point de vue d'un puissant couple de démarrage que se sont placés les inventeurs récents, et en particulier l'un des plus distingués de nos anciens élèves de l'École supérieure d'Électricité, M. Marius Latour. Ces nouveaux moteurs, dont l'avenir semble considérable pour la traction électrique, sont fondés sur l'artifice du collecteur étendu aux courants alternatifs. Tout le monde sait que, si l'on envoie un courant alternatif dans un moteur ordinaire à courant continu excité en série, ce moteur se met à tourner : cela tient à l'une des lois fondamentales d'Ampère, à savoir que le sens des actions qui s'exercent entre deux circuits ne change pas si l'on reverse à la fois le courant dans l'un et l'autre de ces deux circuits. Mais un moteur simple ainsi constitué a des inconvénients graves : en premier lieu, les courants induits dans les noyaux massifs des inducteurs (courants de Foucault) entraînent une perte d'énergie considérable et, par suite, un mauvais rendement : il est facile de remédier à cet inconvénient en substituant aux noyaux massifs des noyaux de tôle feuilletée; en second lieu, la self-induction considérable de ces moteurs réduit beaucoup la puissance qu'on peut leur demander pour

un volume ou un poids donné : parmi les différentes solutions qu'on a données du problème, consistant à réduire cette self induction sans rien sacrifier sur le couple utile, l'une des plus ingénieuses est due à M. Marius Latour; elle consiste à placer, à angle droit avec les balais ordinaires, c'est-à-dire suivant la ligne des pôles, deux autres balais réunis en court-circuit; la théorie complète de ce moteur est trop délicate pour pouvoir être abordée ici.

Nous n'avons pas à décrire les applications véritablement innombrables qu'ont aujourd'hui les moteurs électriques: applications aux ateliers de toute espèce, ateliers mécaniques, ateliers de filature et de tissage, etc.; applications aux appareils de levage, grues, treuils, ponts roulants; applications aux mines, pompes, ventilateurs, tracteurs, etc., où la plus puissante des machines minières, la machine d'extraction, commence à être commandée électriquement¹. Mais l'industrie où les moteurs électriques ont exercé la plus profonde influence est celle de la traction : nous ne rappellerons que pour mémoire l'immense développement des tramways électriques, dont les réseaux atteignent une longueur de 36.400 kilomètres en Amérique, et nous rechercherons seulement les tendances qui se manifestent actuellement pour la traction des trains lourds sur les lignes interurbaines de grande longueur. Ces tendances peuvent se ramener à deux : la substitution aux trains remorqués par une locomotive de trains constitués par des voitures toutes automotrices, et l'emploi des courants alternatifs à haute tension.

La première disposition a l'avantage de substituer à un moteur unique, qui deviendrait trop puissant et peu maniable, une grande quantité de moteurs plus petits, atteignant directement les essieux de toutes les voitures. L'adhérence utile est ainsi augmentée, on se débarrasse du poids mort de la locomotive, et le réglage de tous ces moteurs de moyenne puissance est plus facile que celui d'un ou de deux moteurs de très grande puissance. Ce réglage s'effectue de la manière suivante : le contrôleur (pour conserver le mot maintenant passé dans l'usage pour désigner l'appareil de réglage placé sous la main du mécanicien) ne commande plus directement le courant envoyé aux moteurs; il ne commande que des relais placés sous chaque voiture. Aussi ce contrôleur peut-il

¹ La machine d'extraction, à marche essentiellement intermittente, et mue jusqu'ici par la vapeur, entraîne des dépenses excessives de vapeur (jusqu'à 43 kilogs de vapeur par cheval-heure sur le câble d'extraction). En employant des moteurs électriques, et en emmagasinant l'énergie pendant les périodes de descente soit dans de lourds volants, soit dans des batteries d'accumulateurs, on annonce des consommations de 18 kilogs par cheval-heure; en fait, dans une installation existante, on a constaté des économies de 1/3 sur le combustible employé.

être de dimensions très réduites, puisqu'il n'y passe pas de courants faibles, et il est curieux de constater que l'appareil de manœuvre des trains lourds à grand nombre de voitures est de dimensions plus restreintes que le contrôleur ordinaire de nos tramways. Les relais dont il a été question opèrent d'ailleurs, sous chaque voiture, les manœuvres ordinaires de réglage, c'est-à-dire : au démarrage, la suppression graduelle des résistances en série, les deux moteurs de chaque voiture étant en série, puis, une fois ces résistances supprimées, la mise en parallèle des deux moteurs avec résistance en série, et enfin, pour les grandes vitesses, la suppression totale des résistances, les deux moteurs étant en parallèle.

La deuxième tendance qui se manifeste dans la grande traction comme dans les transports à grande distance, c'est l'emploi des hautes tensions. Les moteurs de traction, qui sont si exposés aux courts-circuits, ne se prêtant pas à l'utilisation directe de ces hautes tensions, un intermédiaire est indispensable. Dans les installations les plus répandues jusqu'ici, cet intermédiaire se trouve dans les sous-stations de transformation. Dans ces sous-stations, l'énergie électrique, amenée sous forme de courants alternatifs à haute tension, est transformée d'abord en courants alternatifs à basse tension par des transformateurs statiques, puis en courant continu ou par des commutatrices des groupes moteurs générateurs, et enfin transmise aux trains en marche par des frotteurs appropriés.

Ces sous-stations sont fort coûteuses et d'installation et d'entretien : aussi la tendance actuelle est-elle de transmettre directement le courant à haute tension aux trains en marche, de le transformer en courant à basse tension au moyen de transformateurs statiques placés sur ces trains eux-mêmes, et de l'utiliser sous forme alternative sans le transformer en courant continu : c'est donc la question des moteurs à courants alternatifs qui se pose d'une manière à peu près forcée, à moins qu'on ne redresse le courant alternatif par un commutateur tournant synchrone en évitant les étincelles par des artifices appropriés.

Une qualité qui prime tout dans les moteurs de traction est la possibilité de démarrages puissants et rapides. Or, jusqu'à ces dernières années, les moteurs triphasés pouvaient seuls, en courants alternatifs, être agencés de manière à avoir cette propriété, que possède à un si haut degré de perfection le moteur série à courant continu. Mais l'emploi du courant triphasé exige au moins deux contacts frottants, en admettant que l'on se serve des rails comme troisième conducteur ; on est donc amené à cette difficulté considérable : établir deux ou trois contacts frottants, à haute tension, entre

une ligne fixe et un train à grande vitesse ; comme exemple de la tentative la plus intéressante faite dans ce sens, nous citerons les essais faits en Allemagne sur la ligne Marienfeld-Zossen, de 23 kilomètres de longueur. Le courant triphasé, à 14.000 volts entre fils, est amené à la voiture par prises de courants à archet. La voiture porte 4 moteurs de 200 kilowatts chacun, pouvant atteindre 600 kilowatts au démarrage ; le courant est transformé sur la voiture, soit à 1.200 volts (Siemens), soit à 500 volts (A. E. G.) ; on a atteint, sur une voie exceptionnellement bonne et préparée pour cet essai, des vitesses de 200 kilomètres par heure.

L'inconvénient des deux prises de courant n'est pas le seul des moteurs triphasés ; ces moteurs sont d'une construction délicate, à cause du très faible entrefer qu'ils doivent avoir ; et, de plus, ce sont des moteurs à vitesse presque rigoureusement constante. On a essayé, pour faire varier cette vitesse, un grand nombre d'artifices, dont voici les principaux : passage de la connexion en étoile à la connexion en triangle des enroulements ; montage en cascade de deux moteurs, le rotor du premier, au lieu d'être en court-circuit, étant fermé sur le rotor du second, et le stator de celui-ci en court-circuit ; changement du nombre de pôles du moteur par des connexions convenables. Tous ces artifices sont plus ou moins compliqués ou insuffisants, et l'on ne retrouve plus ici la souplesse du courant continu. Aussi espère-t-on beaucoup des nouveaux moteurs à courants alternatifs à collecteur dont nous avons parlé plus haut et qui partagent jusqu'à un certain point les qualités des moteurs à courant continu. Il existe dès maintenant un certain nombre de lignes à traction alternative monophasée à prise de contact unique ; la tension est abaissée par un transformateur placé sur la voiture même, et le réglage de vitesse s'obtient soit par l'intercalation de bobines de réaction, soit par la variation du rapport de transformation du transformateur.

Parallèlement à ces tentatives se développent aussi d'intéressants essais de traction par courant continu à haute tension : comme exemple, nous citerons la locomotive construite par la Compagnie de l'Industrie électrique pour la ligne de Saint-Georges-de-Commiers à La Mure (Isère), qui comporte 4 moteurs de 125 chevaux chacun, à 600 volts, constamment en série ; le courant, à 2.400 volts, est amené à la locomotive par deux archets ; le milieu du circuit des moteurs est à la terre par l'intermédiaire des rails, en sorte que la différence de potentiel dangereuse n'est que de 1.200 volts.

Les projets de grande traction électrique se développent rapidement ; la Suède estime qu'avec ses 100.000 chevaux de chutes d'eau elle pourrait alimenter ses 4.350 kilomètres de chemin de fer et

réaliser ainsi une économie de 50 % sur les 20 millions qu'elle dépense annuellement; la Suisse estime que 30.000 chevaux hydrauliques pourraient être utilisés sur ses voies ferrées; en France, l'exploitation électrique de portions de réseaux (Paris à Juvisy sur la Compagnie d'Orléans, Paris à Versailles sur la Compagnie de l'Ouest, le Fayet-Saint-Gervais sur le P.-L.-M.) a donné d'excellents résultats.

VI

La dernière grande application dont j'ai à rechercher l'évolution actuelle est l'éclairage. L'incandescence du charbon soit dans l'arc, soit dans la lampe à incandescence, est jusqu'ici la source de lumière généralement employée. Peut-on trouver mieux que le charbon? Il est permis de le supposer; les propriétés du charbon le rapprochent, en effet, du corps noir théorique; et l'on sait qu'il existe des corps réels ayant un rendement lumineux meilleur que celui du corps noir.

Dans le domaine de l'arc au charbon pur, on essaie de substituer des mélanges de plus en plus riches en sels métalliques. Ces charbons, introduits en 1900 par M. Bremer, ont été très étudiés et perfectionnés en France par notre confrère M. A. Blondel; les charbons de M. Blondel, par exemple, sont formés d'un mélange de charbon et de matières minérales (en particulier fluorure de calcium additionné de borates alcalino-terreux) contenant jusqu'à 50 ou 60 % de matières minérales; ce mélange forme un cylindre central protégé par une mince couche de charbon pur; on l'emploie comme pôle positif et, à l'inverse des arcs ordinaires, on le place en bas; le négatif, situé en haut, est formé par un crayon de charbon ordinaire.

Les principes physiques de ces arcs sont tout différents de ceux des arcs ordinaires. Dans ceux-ci, la véritable source de lumière (pour 85 % de flux lumineux total environ) est non pas l'arc lui-même, qui, malgré sa haute température, est peu éclairant, mais le cratère positif sur lequel se produit la base de l'arc et dont la température n'est limitée que par la température d'ébullition de la substance qui forme l'électrode: on cherche donc à élever cette température au maximum en choisissant le corps le plus réfractaire, c'est-à-dire le carbone.

Au contraire, dans le cas de charbons fortement minéralisés, les sels fusibles de chaux, par exemple, qui entrent dans leur composition, ont un point de volatilisation relativement bas, et la température du cratère devient très inférieure à celle des charbons ordinaires; mais alors l'arc lui-même est lumineux et constitue une véritable flamme très éclairante; grâce au pouvoir émissif sélectif de ces

vapeurs, qui favorise l'émission des rayons lumineux au détriment de celle des rayons obscurs, cette incandescence est plus avantageuse au point de vue du rendement que celle du charbon: aussi descend-on à des consommations spécifiques extrêmement faibles, 0,02 watt environ par lumen.

Parallèlement à ces recherches sur l'arc s'effectuent des recherches analogues sur les lampes à incandescence: la lampe Nernst a été la première tentative, réellement couronnée de succès, de substitution au charbon d'autres corps rayonnants; ces corps sont des oxydes métalliques, ou conducteurs de 2^e classe, qui sont sensiblement isolants aux températures ordinaires, et ne deviennent conducteurs que lorsqu'ils ont été préalablement chauffés. Dans une autre voie, on a cherché à substituer au charbon des métaux à grand pouvoir réflecteur, qui utilisent mieux que le corps noir l'énergie rayonnée; on se souvient que, bien avant la lampe à incandescence à filament de carbone dans le vide, on avait songé à utiliser le platine; mais le point de fusion de ce métal était encore trop bas pour en utiliser convenablement l'incandescence; toutes les recherches récentes ont été dirigées en vue de trouver un métal rayonnant plus réfractaire encore que le platine: la lampe à osmium de Auer, la lampe à tantale de Siemens et Halske rentrent dans cette catégorie; on sait aujourd'hui préparer le tantale sous forme de fils étirés de cinq centièmes de millimètre de diamètre, qui peuvent être portés dans le vide à une température fort élevée sans fondre: dans ces conditions, la consommation s'abaisse à 1,5 watt par bougie.

A cause de la grande conductibilité du métal employé, le filament de ces lampes doit avoir une longueur très considérable (650 millimètres pour une lampe de 25 bougies et 110 volts) et être replié en zigzag pour tenir dans une ampoule ordinaire.

Enfin, nous devons signaler une lampe toute récente, due à M. Canello, et qui présente le plus grand intérêt: elle se compose d'un filament formé d'oxydes alcalino-terreux, et recouvert d'une mince couche d'osmium métallique: elle participe donc à la fois de la lampe Nernst et de la lampe Auer.

Telle est la vue d'ensemble que je désirais donner sur les développements actuels de l'Électrotechnique; deux caractères essentiels s'en dégagent: la tendance constante vers la grandeur des résultats et vers la simplicité des moyens d'action; grandeur et simplicité, ce sont aussi les caractères des sources d'où tout est sorti, je veux dire des immortelles découvertes d'Ampère et de Faraday.

Paul Janet,

Professeur à l'Université de Paris.
Directeur du Laboratoire central
et de l'École supérieure d'Électricité

LES IDÉES ACTUELLES SUR LA CONSTITUTION DES MATIÈRES COLORANTES DU TRIPHÉNÝLMÉTHANE

Chaque fois qu'en Chimie surgit une théorie nouvelle ou une explication nouvelle d'un fait expérimental connu, il est rare qu'elle soit adoptée sans conteste. L'opposition qu'elle rencontre suscite des travaux et des recherches dont la science tire profit, et la discussion, parfois très longue, prend fin lorsqu'une expérience décisive vient lever tous les doutes. Il peut alors être intéressant de jeter un coup d'œil en arrière et de résumer les phases successives du débat.

A ce point de vue, il n'est pas de question plus captivante que celle de la constitution des matières colorantes, en particulier de celles qui se rattachent au triphénylméthane.

L'histoire de leur constitution remonte, pour ainsi dire, à l'époque de la découverte des colorants synthétiques. C'est, en effet, en 1856, année même où Perkin découvrit la mauvéine, que Nathanson signala la formation du rouge d'aniline.

L'application pratique de cette observation revient tout entière à des chimistes français, qui surent donner à cette industrie naissante une impulsion remarquable. C'est alors qu'apparurent coup sur coup : la fuchsine de Verguin, le violet impérial et le bleu de Lyon de MM. Girard et de Laire, le violet de Paris de M. Lauth, le vert méthyle de MM. Lauth et Baubigny, etc.

Dès 1862, Hofmann avait déterminé la composition de la fuchsine industrielle, obtenue par oxydation de l'aniline commerciale, et avait trouvé qu'elle constitue le chlorhydrate d'une base $C^{20}H^{19}Az^3.H^2O$, qu'il appela *rosaniline*.

La formation d'un composé en C^{20} , en partant de l'aniline qui renferme C^6 , s'expliquait difficilement. Au contraire, lorsqu'on eut remarqué que l'aniline pure, aussi bien l'aniline préparée industriellement par Nicholson à Manchester que celle qu'on extrait de l'indigo, est absolument incapable de fournir du rouge, mais qu'elle en fournit quand on y mélange de la *p*-toluidine¹, Hofmann crut pouvoir interpréter la réaction par l'équation :



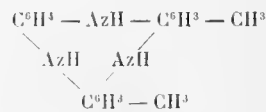
Cette équation devint insuffisante lorsque M. Coupier, industriel de Poissy, annonça le fait de la formation d'un rouge de toluène par oxydation de toluidine absolument exempte d'aniline. Cette toluidine était préparée au moyen de toluène pur

par un procédé identique à celui qui permettait d'obtenir l'aniline en partant du benzène pur.

Comme on savait que la paratoluidine, oxydée seule, ne fournit pas de matière colorante, le fait annoncé par M. Coupier parut tellement intéressant que la Société industrielle de Mulhouse chargea M. Rosenstiehl de répéter l'expérience. Dans un remarquable Mémoire, M. Rosenstiehl non seulement confirma la découverte de Coupier, mais en donna, de plus, l'explication rationnelle, en démontrant que la toluidine commerciale est un mélange de paratoluidine, déjà connue, et d'un isomère liquide, la pseudo-toluidine ou orthotoluidine⁴. Le rouge de Coupier provenait donc de l'oxydation simultanée de l'ortho et de la para-toluidine, tandis que le rouge de Hofmann provenait de l'oxydation du mélange d'aniline et de para-toluidine.

Ces rouges étaient-ils identiques, et étaient-ils, de plus, identiques avec le rouge commercial résultant de l'oxydation du mélange d'aniline et des toluidines isomères? Telle est la question qu'on se posait alors.

Il était difficile d'y répondre, car on n'avait encore que des idées très vagues sur la constitution de la fuchsine. Tandis qu'Hofmann était plutôt enclin à la considérer comme un azoïque, Kékulé admettait pour elle la formule d'une triamine cyclique :



Le fait le plus important qu'il convient de noter, c'est celui signalé par Caro et Wanklyn². Ils démontrèrent que le produit de l'action de l'acide nitreux sur la rosaniline, déjà préparé par Hofmann et par Paraf et Dale³, est un véritable diazoïque possédant toutes les réactions des diazoïques de Griess.

En particulier, ce composé, bouilli avec l'eau, perd son azote et fournit un produit très voisin de l'acide rosolique, préparé par Kolbe et Schmidt au moyen du phénol et de l'acide oxalique⁴. Ainsi se trouve établie la relation qui relie l'acide rosolique à la fuchsine, relation rendue encore plus évidente par les travaux de Caro et Graebe⁵.

¹ Ann. de Ch. et Phys., 1872, p. 189.

² Proc. Roy. Soc., t. XV, p. 210.

³ Berichte, t. X, p. 4016.

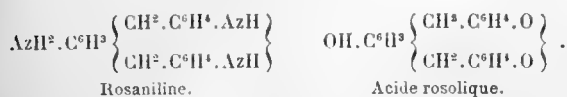
⁴ Liebig's Ann., t. CXIX, 460.

⁵ Liebig's Ann., t. CLXXIX, 484.

¹ La seule alors connue.

I. — LA FORMULE DE FISCHER-NIETZKI.

Les recherches classiques de Caro et Graebe sur les quinones les avaient conduits à représenter l'acide rosolique par une formule quinonique et à admettre, de plus, que la fuchsine constitue l'imine correspondant à cette quinone :



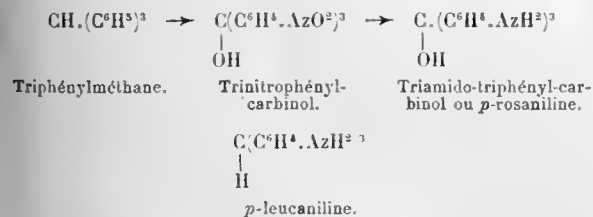
Cette formule n'expliquait pas la faculté que possède la fuchsine de donner si facilement un dérivé diazoïque. MM. E. et O. Fischer, qui s'occupaient alors des hydrazines, furent amenés à étudier le diazoïque de la fuchsine, ce qui les conduisit à leur remarquable travail sur la constitution de la fuchsine et de l'acide rosolique¹.

La rosaniline, traitée par les réducteurs, fournit une base dont les sels sont incolores et qui, pour cela, est désignée sous le nom de *leucaniline*. Celle-ci, diazotée, puis bouillie avec l'alcool, conduit à un hydrocarbure C¹⁹H¹⁰, dont la synthèse a établi la constitution : c'est le diphenyltolylméthane.

Au contraire, si l'on soumet au même traitement la leucaniline provenant de l'oxydation de la *p*-toluidine en présence d'aniline, qui a été appelée *para-leucaniline*, on arrive à un hydrocarbure différent, le triphénylméthane C¹⁹H¹⁴. Sa synthèse, faite par Kékulé et Franchimont au moyen du dichlorure de benzyle et du mercure-diphényle, établit sa constitution².

Après avoir montré par la méthode de dégradation que le carbure fondamental de la *para*-fuchsine est le triphénylméthane, MM. Fischer rendirent leur démonstration complète en remontant de l'hydrocarbure à la matière colorante.

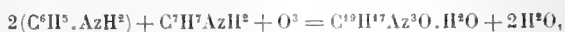
En effet, le triphénylméthane, traité par l'acide nitrique, donne un dérivé trinitré, dont le carbinol fournit par réduction successivement la *para*-rosaniline, puis la *para*-leucaniline :



Quant à la fuchsine commerciale, elle renferme, à la place d'un noyau benzénique, un noyau tolué-

nique. C'est donc l'homologue supérieur de la *para*-fuchsine.

Cette notion des fuchsines homologues a été développée par les belles recherches de MM. Rosenstiehl et Gerber⁴ et de M. Noelting. Il en résulte donc que la fuchsine commerciale n'est pas identique à la *para*-fuchsine obtenue à l'aide de l'aniline et de la *p*-toluidine. L'équation de Hofman doit donc être modifiée ainsi :



pour expliquer la formation de la *p*-rosaniline, tandis que l'équation :

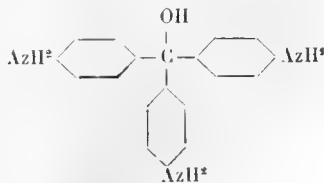


explique celle de la rosaniline commerciale.

Une autre conséquence, c'est que les dérivés phénoliques provenant de la décomposition, par l'eau, des diazoïques de la rosaniline et de la *p*-rosaniline doivent être différents. Le premier correspond, en effet, à l'acide rosolique obtenu en oxydant le mélange de phénol et de crésol, et le second est de l'aurine, qui se prépare au moyen du phénol pur. L'acide rosolique est donc l'homologue supérieur de l'aurine.

On comprend maintenant le rôle capital joué par la *para*-toluidine dans la formation du rouge ou de l'acide oxalique dans la préparation de l'aurine. Ils ont tous deux pour but de fournir le carbone central du triphénylméthane.

Enfin, une conclusion s'impose : c'est que forcément, parmi les trois groupes amidés, au moins l'un est en *para*. Les recherches ultérieures de Fischer⁵, et de Graebe et Caro³, confirmées par les nombreuses synthèses effectuées depuis, ont démontré que les trois groupes AzH² occupent tous la position *para* vis-à-vis du carbone méthanique. La formule de constitution de la *para*-rosaniline est donc :



La *p*-fuchsine et, d'une manière générale, les fuchsines, qui, seules, sont colorées, résultent de la combinaison des rosanilines avec un acide, avec élimination d'une molécule d'eau.

Tous les sels des fuchsines sont exempts d'oxy-

¹ *Ann. Chim. et Phys.* (5), t. VIII, p. 176.

² *Berichte*, t. XXIII, 2204.

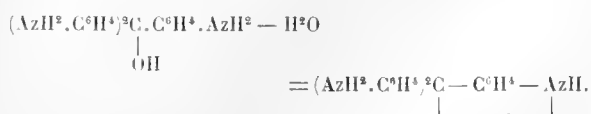
³ *Berichte*, t. XI, 1348.

⁴ *Liebig's Ann.*, t. CXCIV, 285.

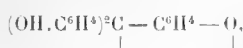
⁵ *Berichte*, t. V, 906.

gène¹ (sauf, naturellement, celui qui est contenu dans la molécule de l'acide).

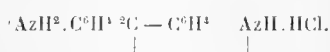
La manière la plus simple, pour MM. Fischer, de concevoir ce départ d'eau de la molécule des carbinols au contact des acides, c'est de supposer qu'il a lieu entre l'oxhydrile carbinolique et un groupe amidé :



L'aurine, qui est l'anhydride du trioxytri-phényl-carbinol, sera :

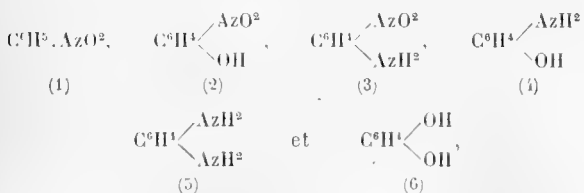


et la *p*-fuchsine, qui est un chlorhydrate, devra être écrite :



Parmi les nombreux composés du carbone, il y en a fort peu qui soient colorés. On a expliqué leur coloration en l'attribuant à la présence, dans leur molécule, de groupements atomiques spéciaux. Cette conception ingénieuse est due à M. Witt².

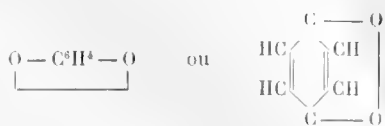
Si l'on considère les composés suivants : le nitrobenzène, le nitrophénol, la *p*-nitraniline, l'amidophénol, la *p*-phénylène-diamine et l'hydroquinone :



seuls (2) et (3) sont colorés. Comme le nitrobenzène n'est pas coloré, on doit en conclure que c'est l'association des groupes AzO^2 et OH , ou AzO^2 et AzH^2 , qui provoque la coloration.

Le complexe $\text{C}^6\text{H}^5 \cdot \text{AzO}^2$ qui leur est commun est dit *chromogène*, le groupe AzO^2 est le *chromophore*; quant aux groupes AzH^2 et OH , qu'il faut introduire dans la molécule chromogène pour faire apparaître la coloration, ils sont dits *auxochromes*.

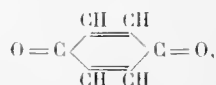
Une des fonctions chromophore les plus répandues est la fonction quinonique. La quinone était représentée au début comme un peroxyde :



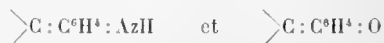
Si l'on rapproche la formule de la fuchsine et de l'acide rosolique de MM. Fischer de celle de la quinone, on constate une analogie parfaite :



Plus tard, lorsque, par suite des travaux de M. Fittig, on a été amené à considérer la quinone comme une dicétone à doubles liaisons aliphatiques :



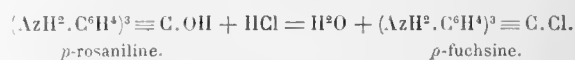
la formule de Fischer fut modifiée en conséquence par M. Nietzki. Dès lors, si l'on admet avec M. Witt la fonction chromophore des liaisons quinoniques, on trouve réunies dans la fuchsine et dans l'acide rosolique toutes les conditions pour que ces corps soient colorés. Ils renferment les chromophores :



en même temps que des auxochromes AzH^2 et OH ; par conséquent, leur coloration intense se trouve expliquée.

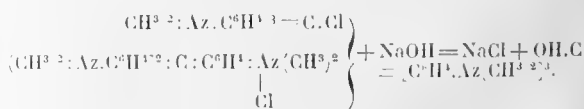
II. — LA FORMULE DE M. ROSENSTIEHL.

Dans une longue suite de Mémoires, M. Rosenstiehl s'est élevé contre cette manière de voir¹. Il explique la formation des sels colorés des carbinols par l'éthérification du groupe hydroxyle :



Les arguments de M. Rosenstiehl peuvent être classés en deux catégories : ceux, en quelque sorte, de nature exclusivement théorique, et ceux qu'il déduit de l'expérience. Nous allons les examiner successivement.

Les arguments théoriques ont souvent le tort de perdre de leur force au fur et à mesure que nos connaissances s'élargissent. Ainsi, il est incontestable que le retour au carbinol, dans le traitement du violet cristallisé par la soude, se trouve expliqué d'une manière beaucoup plus simple par la formule de M. Rosenstiehl que par celle de MM. Fischer-Nietzki :



Avec cette dernière, il faut nécessairement faire

¹ FISCHER et SCHMIDT : *Zeitschr. f. Farben- u. Textilchemie*, 1904, p. 1.

² *Berichte*, t. IX, 322.

¹ *Bull. Soc. chim.*, (1893), p. 117; (1894), p. 213; (1896), p. 552; t. IX, p. 838.

intervenir une transposition moléculaire. A l'époque des travaux de M. Rosenstiehl, ces phénomènes étaient encore considérés comme des exceptions. Il n'en est plus de même aujourd'hui, où l'on connaît un très grand nombre de transpositions parmi lesquelles celle d'un simple groupe hydroxyle est une des moins compliquées.

De même, s'il y avait alors « un défaut de logique évident à admettre, pour une base, une autre constitution que pour ses sels¹ », ce défaut n'existe plus actuellement. On connaît des classes entières de composés qui n'ont pas la même constitution quand ils sont à l'état libre et quand ils sont à l'état de sels. Tels sont, par exemple, les dérivés nitrés, les dérivés cétoniques, les dérivés nitrosés, etc., corps désignés précisément, à cause de cette propriété, sous le nom de pseudo-acides ou pseudo-bases.

Enfin, pour M. Rosenstiehl, il n'est pas nécessaire de faire intervenir des liaisons quinoniques pour se rendre compte de la coloration des fuchsines.

Considérons la *p*-leucaniline qui est : $(\text{AzH}^2.\text{C}^6\text{H}^4)^3\text{CH}$. Pour M. Rosenstiehl, la *p*-fuchsine, c'est de la leucaniline où l'atome d'hydrogène du méthane est remplacé par Cl; il peut être également remplacé par Br, I, SO^4H , etc. Comme le triphénylchlorométhane est incolore, il faut alors admettre que c'est l'introduction des groupes AzH^2 en para qui produit la coloration. Mais si, au lieu de la leucaniline, on considère le trinitrotriphénylméthane : $(\text{AzO}^2.\text{C}^6\text{H}^4)^3\text{CH}$, M. von Richter a constaté qu'il donne avec les alcalis une coloration bleue, qu'il suppose due à la formation du sel sodique : $(\text{AzO}^2.\text{C}^6\text{H}^4)^3.\text{CNa}$.

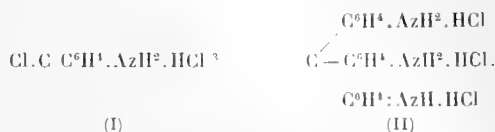
Il semble donc, pour que le corps soit coloré, qu'il faille que le radical introduit dans les noyaux benzéniques ait une fonction chimique opposée à celui qui est substitué au carbone méthanique.

La coloration aurait alors sa cause dans une dissymétrie fonctionnelle. Cette règle n'a rien d'absolu : d'abord, parce que le sel sodique bleu de Richter est purement hypothétique et n'a jamais été isolé; ensuite, parce que, d'après ce qui vient d'être dit, on devrait s'attendre à ce que le cyanhydrate de rosaniline soit coloré. Il a bien la constitution : $(\text{AzH}^2.\text{C}^6\text{H}^4)^3\text{C}.\text{CAz}$, car il a été transformé par MM. Fischer et Jennings en triphénylacétonitrile², et pourtant il est incolore.

L'argument le plus sérieux invoqué par M. Rosenstiehl est celui de la formation des polychlorhydrates des rosanilines, qui repose sur des données expérimentales très précises.

Si l'on admet la formule de M. Rosenstiehl, on

voit que la fuchsine renferme encore trois groupes amidés libres; elle doit donc pouvoir fixer trois molécules supplémentaires d'hydracides pour donner un tétrachlorhydrate de rosaniline¹. Au contraire, avec la formule de constitution admise par M. Nietzki, qui ne possède plus que deux groupes amidés, la limite de saturation doit être atteinte quand la fuchsine aura fixé 2HCl de plus, pour donner seulement un trichlorhydrate (II):



L'expérience démontre, en effet, que l'acide chlorhydrique se fixe sur ces molécules pour donner, comme le veut la théorie de M. Rosenstiehl, un tétrachlorhydrate de rosaniline.

Cette constatation, qui semblait décisive, a beaucoup perdu de sa valeur depuis que M. Miolati a montré que la *p*-leucaniline elle-même $\text{CH}(\text{C}^6\text{H}^4.\text{AzH}^2)^3$ peut également saturer quatre molécules d'HCl. Ce résultat, d'abord contesté par M. Rosenstiehl, a été confirmé récemment par MM. O. Fischer et Schmidt², qui ont montré, de plus, que l'hexaméthylparaleucaniline peut aussi fixer quatre HCl, de même que la leuco-base du vert malachite, le tétraméthyl-diamidotriphénylméthane, en fixe trois. On ne peut évidemment pas invoquer ici l'éthérisation du groupe carbinolique qui est absent.

III. — LES FUCHSINES SONT DES CORPS NON SATURÉS.

A la vérité, un fait dont on n'avait pas tenu compte dans les expériences précédentes, c'est que la quantité d'acide chlorhydrique fixée dépend beaucoup de la température.

Si la rosaniline absorbe 4 HCl à la température ordinaire, elle en absorbe davantage quand la température est plus basse.

Dans une série de Mémoires tout récents, M. Schmidlin a décrit les trichlorhydrates d'un certain nombre de fuchsines, qui constituent ce que l'on peut appeler les sels normaux, d'après la théorie quinonique. Ces sels, qui forment des cristaux noirs, traités par HCl, HBr, absorbent ces gaz en quantité d'autant plus grande que la température est plus basse. Il se produit, en même temps, des changements de coloration des plus intéressants.

Ainsi, le trichlorhydrate de *p*-rosaniline absorbe à la température ordinaire 2 HCl en devenant rouge; à -70° , il fixe de 3 à 4 HCl et devient orangé; enfin, dans l'air liquide, la quantité totale d'HCl absorbée

¹ ROSENSTIEHL: *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIII, p. 342 et 426.

² *Berichte*, t. XXVI, 2221.

¹ *Berichte*, t. XXVIII, 1696.

² *Zeitsch. f. Farben u. Textilchem.*, 1904, p. 1.

par la rosaniline est de 8 molécules. Le corps est alors tout à fait incolore¹. Ces phénomènes sont réversibles, car, si on laisse s'élever la température, le corps blanc passe par tous les états intermédiaires et revient au trichlorhydrate noir.

L'existence des trichlorhydrates de rosaniline avait déjà été entrevue par Hofmann dès 1862. M. Hantzsch a également décrit le tribromhydrate de l'hexaméthylpararosaniline².

Quant au chlorhydrate blanc, qui renferme 8 HCl, obtenu par M. Schmidlin, des expériences de thermochimie et de dissociation le conduisent à supposer qu'une des huit molécules se trouve simplement à l'état de dissolution solide. S'il en est ainsi, il en résulte que le trichlorhydrate normal peut encore se combiner à quatre molécules d'HCl pour former un heptachlorhydrate incolore.

MM. Prudhomme et Ravaut³ ont fait voir, il y a déjà longtemps, que les fuchsines sont également capables de fixer l'ammoniac sec en proportion équivalant à peu près à deux molécules de ce gaz. Il était intéressant de voir si la quantité d'ammoniac fixée augmente à des températures plus basses.

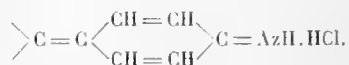
M. Schmidlin a trouvé que la *p*-fuchsine absorbe, à -15° , à peu près 3,9 molécules de AzH^3 en devenant presque blanche, et que le violet cristallisé, qui est son dérivé hexaméthylé, absorbe à -23° exactement 4 molécules de AzH^3 en donnant un corps parfaitement blanc. Ces composés ne sont autre chose que des produits d'addition, car, dans le vide, ils perdent leur ammoniac et régénèrent le corps primitif.

Enfin, les fuchsines sont également capables de donner des produits d'hydratation incolores. Ainsi, M. Schmidlin a préparé un trichlorhydrate de la rosaniline, homologue de la rosaniline ordinaire (qu'il appelle rosaditoluidine), lequel est incolore. Il renferme de l'eau, et, à 50° , il perd quatre molécules d'eau pour régénérer le trichlorhydrate noir. De même, MM. Lambrecht et Weil⁴ ont décrit un chlorhydrate de rosaniline incolore : $C^{20}H^{24}Az^3O.2HCl + 3H^2O$, et un oxalate incolore du vert malachite : $C^{23}H^{26}Az^3O.2C^2H^3O^4 + 3H^2O$, qui, tous deux, perdent quatre molécules d'eau quand on les chauffe en donnant les sels colorés. On est donc en droit de considérer ces quatre molécules d'eau, dont dépend la nature colorée de ces sels, comme devant intervenir dans la constitution intime de la molécule.

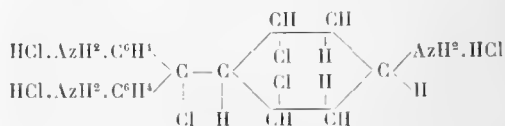
Ces résultats concordent pour montrer que les sels colorés sont susceptibles de fixer quatre molécules, soit d'acide chlorhydrique, soit d'ammo-

niaque, soit d'eau, pour donner des produits d'addition incolores. Tout se passe comme si, dans la molécule des sels, il y avait encore quatre doubles liaisons aliphatiques libres.

Or ces faits, qui s'expliqueraient difficilement avec la formule de M. Rosenstiehl, deviennent naturels si l'on se rappelle que, dans la formule de Fischer-Nietzki, il y a précisément dans le groupe chromophore quatre liaisons aliphatiques :



Si l'on admet que HCl, AzH^3 , H^2O se fixent sur ces doubles liaisons pour donner un noyau du cyclohexane, le groupement chromophore aura disparu, et l'on conçoit que ces produits d'addition :



soient parfaitement incolores.

IV. — LA FORMULE DE M. HUGO WEIL.

De l'examen des deux formules en présence, celle de M. Rosenstiehl, qui fait des fuchsines de véritables éthers, et celle de M. Nietzki, qui en fait des sels, on peut tirer un certain nombre de conclusions. Il existe, en effet, entre les éthers et les sels des différences assez notables. Tout d'abord, tandis qu'en général les éthers ne sont pas dissociés par l'eau et ne conduisent pas le courant, les sels sont des électrolytes et sont plus ou moins dissociés. On pouvait donc s'attendre à ce que l'étude physico-chimique des fuchsines dût fournir des renseignements utiles.

En réalité, les expériences ébullioscopiques de MM. Haller et P.-Th. Muller⁵ ont montré que les fuchsines, en solution aqueuse à chaud, se conduisent comme des molécules non dissociées.

Au contraire, d'après l'étude de la conductibilité de leurs solutions, M. Miolati⁶ a conclu que les fuchsines sont des sels de bases fortes. La conductibilité de la *p*-fuchsine à 25° est, pour $v = 128$, de $\mu = 84,24$, et n'augmente que faiblement avec la dilution ; pour $v = 1024$, elle est de $\mu = 93,27$. Ces données montrent que, déjà pour une dilution de $v = 128$, la dissociation est presque totale.

Une seconde conséquence très importante qui s'impose, suivant que l'une des deux formules est la vraie, est celle-ci. Si la formule de M. Rosenstiehl est exacte, l'action des alcalis sur la fuchsine,

¹ C. R., t. CXXXVIII, 1508.

² Berichte, t. XXXIII, 752.

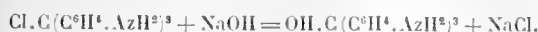
³ Bull. soc. chim., t. IX, 710.

⁴ Berichte, t. XXXVII, 3058 et 4326.

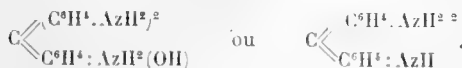
⁵ C. R., t. CXX, p. 410.

⁶ Berichte, t. XXVIII, 1696.

qui fournit le carbinol, s'explique facilement :

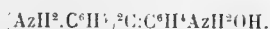


Au contraire, avec la formule de Nietzki, le premier terme intermédiaire doit être ou bien la base ammonium, ou son anhydride :

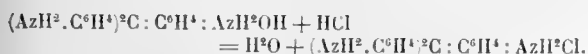


Mais, avant de résoudre cette question, il convient de se demander si la constitution carbinolique de la rosaniline satisfait à toutes ses propriétés. M. Weil¹ a trouvé que l'atome d'oxygène de ces bases est doué de propriétés spéciales, qui le rapprocheraient plutôt d'un oxygène aldéhydique. C'est ainsi qu'il réagit avec l'hydroxylamine, la phénylhydrazine, et qu'il se laisse facilement éthérifier par les alcools².

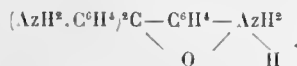
De plus, les propriétés basiques des rosanilines étant plus prononcées que celles des leucanilines, il faut admettre que le remplacement de l'hydrogène par OH a augmenté la basicité. M. Weil, pour expliquer ce fait, ne voit pas d'autre possibilité que de représenter la *p*-rosaniline par la formule d'une base ammonium :



On comprendrait alors pourquoi la rosaniline décompose les sels ammoniacaux à chaud; mais il resterait un fait que cette formule n'explique pas. C'est que, si l'on dissout une base carbinolique dans un acide étendu et froid, elle s'y dissout sans coloration; celle-ci n'apparaît qu'en chauffant. Or, il est bien évident qu'avec une telle constitution la couleur doit apparaître immédiatement :



Tous ces faits se représentent mieux, d'après M. Weil, si l'on écrit la rosaniline comme une base oxydique :



Cette formule n'est plus nécessaire aujourd'hui, depuis que les propriétés basiques du triphénylcarbinol ont été mises en évidence par les travaux de M. Gomberg³ d'une part, et de MM. Baeyer et Villiger de l'autre. Ils ont démontré, en effet, que le triphénylcarbinol, traité en milieu étheré à froid par HCl sec, se transforme en triphénylchloromé-

thane : la réaction est, en tous points, comparable à l'action de l'acide chlorhydrique sur la potasse :



Les propriétés basiques sont encore beaucoup plus marquées dans le trianisylcarbinol. Si l'on représente la basicité du triphénylcarbinol par 1, la basicité de la *p*-trianisylcarbinol sera, d'après MM. Baeyer et Villiger⁴, représentée par 286.

On conçoit alors que, si l'on a affaire à du triphénylcarbinol dans lequel on a substitué trois groupes amidés, comme c'est le cas pour la *para*-rosaniline, on arrive à une molécule douée de propriétés extrêmement basiques, sans qu'il soit nécessaire, pour l'expliquer, de lui donner une constitution différente.

Il ne semble donc pas qu'il puisse subsister des doutes sérieux sur la véritable nature carbinolique des rosanilines⁵.

Voyons maintenant la question de la base, qui, selon la formule quinonique, doit se produire comme terme intermédiaire entre le sel coloré et la base carbinol incolore.

V. — LES BASES AMMONIUM DE MM. HANTZSCH ET OSTWALD.

C'est M. Georgievics qui, le premier, considérant le précipité rouge qui se forme lorsqu'on ajoute un excès de soude à un sel de rosaniline, formula l'hypothèse de l'existence d'une base colorée¹. Il y fut amené en étudiant les phénomènes de la teinture de matières chimiquement indifférentes, où doit être exclue toute probabilité d'une combinaison chimique entre la base colorée et la matière teinte.

Les expériences de M. Georgievics ont été attaquées par M. Weil, qui a prétendu que le précipité coloré observé par le premier renfermait de la fuchsine entraînée; il en est résulté une discussion assez longue, qui semble être restée stérile².

Une donnée beaucoup plus précise et plus importante est due à Homolka³. Il a montré que l'on peut aisément mettre en évidence l'existence de plu-

¹ *Berichte*, t. XXXV, 3013.

² Depuis la composition de cet article, M. Weil a légèrement modifié son ancienne formule. Pour expliquer les réactions aldéhydiques du groupe OH, il admet que les carbinols ont la constitution :



Berichte, t. XXXVIII, p. 275 (1905).

³ *Monatshfte*, t. XVII, p. 4.

⁴ *Berichte*, t. XXIX, 1541, 2677, et *Berichte*, t. XXIX, 2015.

⁵ NIETZKI: *Chimie des matières colorantes organiques*, 1901, p. 146.

¹ *Berichte*, t. XXVIII, 205.

² O. FISCHER: *Berichte*, t. XXXIII, 33560. — FISCHER et R. WEISS: *Zeitsch. f. Farben- u. Textilchemie*, 1902, p. 1.

³ *Berichte*, t. XXXV, 2397.

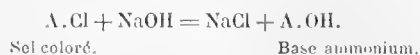
sieurs bases correspondant aux fuchsines. L'expérience réussit mieux avec l'homologue supérieur de la fuchsine commerciale, le chlorhydrate de triamidotritolylcarbinol ou fuchsine N.

Si l'on traite une solution aqueuse du colorant par un excès d'alcali, il se forme un précipité rouge qui est soluble dans l'éther en jaune orangé. Cette solution étherée contient une base capable d'absorber énergiquement l'acide carbonique pour donner le carbonate de tritolylrosaniline rouge. Au contraire, si l'on chauffe quelque temps la solution alcaline, la base précédente se transforme en carbinol plus difficilement soluble dans l'éther, en donnant une solution incolore d'où l'acide carbonique ne précipite plus rien.

Il est probable que la base de Homolka constitue précisément ce produit intermédiaire réclamé par la formule quinonique. C'est ou bien la base ammonium ou son anhydride.

S'il était possible de préparer une solution aqueuse de cette base colorée, l'étude de sa conductibilité devrait montrer le phénomène suivant : comme toutes les bases fortes, la conductibilité au début devrait avoir une certaine valeur dépendant de la concentration de la solution en ions OH, puis, la base se transformant en carbinol non électrolyte, la conductibilité devrait diminuer jusqu'à devenir nulle.

Cette expérience directe étant impossible, MM. Hantzsch et Ostwald¹ ont tourné la difficulté en prenant la conductibilité d'un mélange équimoléculaire de soude et du chlorhydrate d'une rosaniline, c'est-à-dire du système :



Comme les solutions sont diluées, on peut admettre que la double décomposition est instantanée et que la conductibilité initiale est bien due à la somme des conductibilités des ions :

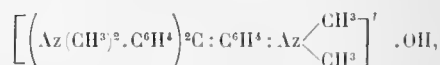


Or, connaissant les conductibilités des chlorhydrates ACl, et se rappelant que la conductibilité est une propriété additive des ions, il suffit de retrancher de la conductibilité du sel la conductibilité de l'ion Cl qui est connue pour en déduire la conductibilité de l'ion coloré A'. Tout étant connu dans la somme (1), on peut calculer la conductibilité initiale du système : sel coloré + NaOH.

La conductibilité est, en général, plus petite que la valeur calculée, par suite de l'isomérisation de la base ammonium en carbinol qui ne conduit pas. Cette isomérisation, qui est visible par la décolora-

tion progressive de la solution, peut être suivie pas à pas en étudiant la conductibilité, qui diminue de plus en plus pour atteindre finalement une limite qui est celle de la conductibilité du chlorure de sodium. Ou bien, si on diminue la conductibilité prise à chaque instant de celle de NaCl, la différence sera la conductibilité de la base ammonium, laquelle tendra vers zéro.

La conductibilité limite du chlorhydrate du violet cristallisé à 25° est de $\mu = 97,6$; la conductibilité propre de l'anion Cl étant à cette température de 70,2, la conductibilité due au cation coloré est $97,6 - 70,2 = 27,4$. Connaissant la conductibilité de l'ion coloré, on en déduit celle de la base ammonium :



on lui ajoute la conductibilité propre de l'ion OH, qui est à 25° de 196, ce qui fait $196 + 27,4 = 223,4 = \mu$. On aurait de même à 0° $\mu = 128,2$. L'expérience montre que la conductibilité à 25° du système $\text{A.Cl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{A.OH}$, diminuée de celle de NaCl, est égale à $\mu_{25} = 150,5$; à 0°, elle est de 108,3. A 0°, il y a donc encore dans la solution environ 80 % de base ammonium; mais cette quantité diminue rapidement, comme le montre la conductibilité, qui, après soixante minutes, n'est plus que de $\mu = 32$ à 25° et $\mu = 67,8$ à 0°. Enfin, après quarante-trois heures, elle tombe à 4,3.

Pour la pararosaniline, l'expérience à 25° donne les nombres suivants, après déduction de la conductibilité de NaCl :

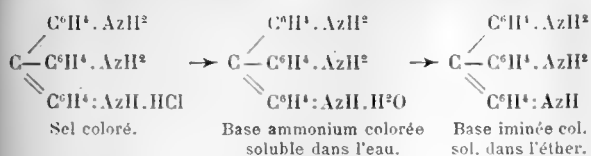
<i>t</i> =	1	6	10	15	20	30	65	120	180
μ =	135	20,2	12,6	7,5	5,5	3,3	4,6	0,8	0,7

L'isomérisation est beaucoup plus rapide.

Ces faits démontrent l'existence des véritables bases des matières colorantes, dont les rosanilines ou carbinols ne sont que les pseudo-bases. Ils sont en contradiction formelle avec la formule de M. Rosenstiehl, d'après laquelle le passage du sel coloré à la rosaniline incolore est immédiat.

Quelle peut être la constitution des véritables bases colorées? Lorsqu'on décompose une fuchsine diluée par une molécule de soude, on obtient une solution claire, dont la couleur n'est pas modifiée; ce n'est que par un excès de soude qu'on obtient le précipité rouge, d'où l'éther extrait la base de Homolka. Si donc il faut admettre dans la solution neutralisée par NaOH l'existence de la base ammonium, la base qu'extrait l'éther en présence d'un excès de soude doit être différente. M. Hantzsch admet que cette base est simplement l'anhydride de la base ammoniée; c'est-à-dire la base quinonique elle-même :

¹ B., t. XXXIII, 278 et 733, HANTZSCH, B., 37, 3431.



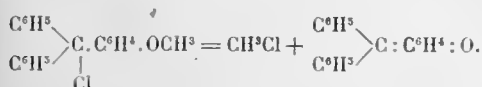
Cette base iminée, c'est, on le voit, la base hypothétique de MM. E. et O. Fischer, modifiée par M. Nietzki.

VI. — HALOCHROMIE ET BASES QUINONIQUES.

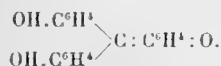
M. Rosenstiehl avait très justement fait observer, il y a une vingtaine d'années, que le raisonnement de Fischer et Nietzki repose uniquement sur l'existence de ces bases anhydres qui sont purement hypothétiques.

Les expériences de MM. Hantzsch et Ostwald, tout en rendant l'existence des bases quinoniques très vraisemblable, n'ont cependant pas tranché la question. Celle-ci ne devait être définitivement élucidée que le jour où l'on aurait trouvé le moyen d'isoler et d'analyser les véritables bases anhydres. Cette lacune vient d'être comblée, grâce aux travaux de MM. Baeyer et Villiger, dans le cas des fuchsines, et de MM. Bystrzycki et Herbst, dans le cas des aurines.

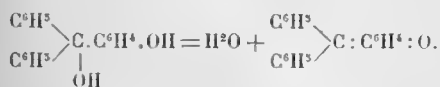
Ces deux derniers savants¹, en chauffant à 180-200° le p-méthoxytriphénylméthane, ont réussi à lui enlever une molécule de chlorure de méthyle. Le composé ainsi obtenu est le diphenylquinométhane :



Le diphenylquinométhane cristallise en tablettes brunes, fondant à 167-168°, et n'est autre chose que le chromogène de l'aurine. L'aurine, d'après Graebe et Caro, est le dérivé diparahydroxylé du précédent :



MM. Baeyer, Villiger et Hallensleben² sont arrivés à préparer facilement le diphenylquinométhane, en chauffant tout simplement à 150° le p-oxytriphénylcarbinol dans un courant d'hydrogène :



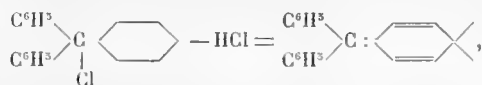
La question de la constitution des aurines peut donc être considérée comme résolue.

En ce qui concerne les fuchsines, les travaux de Baeyer et Villiger ont pu faire croire à un certain moment que la formule de M. Rosenstiehl allait rentrer en faveur.

Voici les considérations qui avaient fait naître ces travaux. En 1900, un chimiste américain, M. Gomberg³, cherchant à préparer l'hexaphénylméthane en déchlorurant le triphénylchlorométhane par un métal, de la même manière que cela a lieu dans les synthèses de Würtz, obtint un composé présentant au plus haut degré les caractères d'une combinaison non saturée. C'est le triphénylméthyle, premier exemple d'un radical isolé à l'état libre :



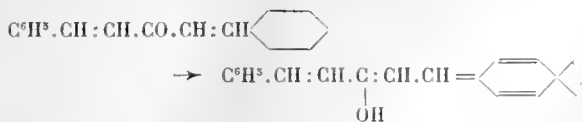
Le triphénylméthyle jouit de la propriété de former des sels doubles qui sont colorés ; ainsi, avec le chlorure d'aluminium et le chlorure d'étain, il forme des composés orangés. De plus, si l'on dissout le triphénylchlorométhane dans l'acide sulfurique, il se dégage de l'acide chlorhydrique et on obtient une solution jaune. Kehrman et Wenzel² expliquent ce fait en supposant que le triphénylméthyle, dans ses combinaisons colorées, possède une formule quinonique : l'action de H²SO⁴ s'expliquerait alors ainsi :



les deux valences libres étant alors saturées par l'acide sulfurique pour former³ :



MM. Baeyer et Villiger, à la suite de leurs études sur les sels d'oxonium, ont été amenés à étudier les sels d'un certain nombre de dérivés oxygénés, en particulier ceux de la dibenzalacétone. La dibenzalacétone se combine aux acides pour donner des sels orangés, rouges ou noirs. Si l'hypothèse de M. Kehrman dans le cas du triphénylchlorométhane est appliquée ici, l'isomérisation en le composé quinonique ne pourra se faire que dans le sens :



Mais, si, au lieu de dibenzalacétone, on prend de la dianisalacétone, les sels montrent une coloration encore plus intense. Cependant, ici, pour qu'il

¹ *Berichte*, t. XXXVI, 2333.

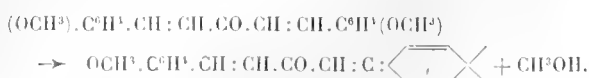
² *Berichte*, t. XXXVI, 2791.

¹ *Berichte*, t. XXXIII, 3150.

² *Berichte*, t. XXXIV, 3815.

³ GOMBERG : *B.*, t. XXXV, 2397.

puisse y avoir une liaison quinonique, il faut qu'il y ait départ d'alcool :



L'expérience montre que l'alcool reste dans la molécule et que, de plus, en décomposant ces sels colorés par l'eau, on régénère le corps primitif. Si on répète l'expérience de Kehrmann et Wenzel avec le trianisylchlorométhane, on a encore des solutions colorées et des sels doubles colorés, sans qu'on puisse constater le départ d'alcool : la formule quinonique se trouve donc exclue. Le fait de donner des composés colorés est donc une propriété inhérente à la molécule, propriété désignée sous le nom d'*halochromie*. L'halochromie augmente avec la basicité des molécules ; ainsi le triphénylcarbinol est halochrome ; le trianisylcarbinol (para), qui est environ 300 fois plus basique, est beaucoup plus halochrome ; ses sels sont plus colorés. Le trianisylcarbinol, traité par HCl en milieu étheré, donne un précipité rouge qui, séché dans le vide, devient blanc en perdant HCl ; il a alors la composition du trianisylchlorométhane ; remis en contact avec HCl, il redevient rouge.

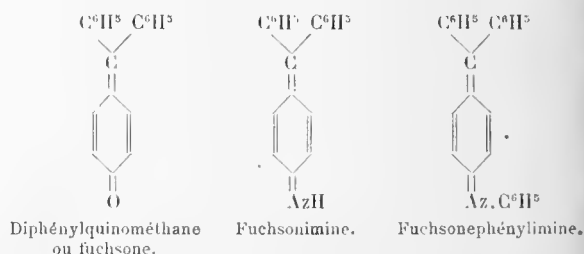
On peut alors concevoir jusqu'à un certain point que l'introduction, dans la molécule, déjà halochrome, du triphénylcarbinol, de groupements basiques comme AzH³, Az(CH³)³ produise des corps donnant avec les acides des sels colorés, sans pour cela faire intervenir des liaisons quinoniques. C'était revenir à la formule de M. Rosenstiehl.

MM. Baeyer et Villiger, ayant pu si facilement transformer le *p*-oxytriphényl-carbinol en diphenylquinométhane, cherchèrent à faire la même chose avec les dérivés amidés. Ils se proposent, d'ailleurs, de continuer l'étude de l'halochromie, qu'ils ont momentanément abandonnée.

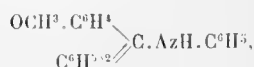
Le *p*-amido-triphénylcarbinol, chauffé vers 300°, donne un anhydrodérivé, qui s'obtient beaucoup plus facilement en traitant le picrate du carbinol par la pyridine. Le composé ainsi obtenu est cristallisé, mais est incolore, et possède un poids moléculaire double. C'est un dimère du produit cherché. Les autres essais effectués sur les amido-carbinols, comme la *p*-fuchsine, la fuchsine, ont montré que ces bases, chauffées vers 200° dans un courant d'hydrogène, perdent une molécule d'eau en donnant des corps colorés présentant bien la composition des bases quinoniques cherchées C²⁰H¹⁰Az³ et C¹⁹H¹⁷Az³ ; traitées par HCl, elles régénèrent quantitativement les sels dont on est parti¹. L'expérience ne devait devenir convaincante qu'à

partir du moment où les corps de ce genre seraient isolés à l'état cristallisé et pur.

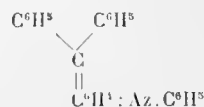
MM. Baeyer et Villiger sont parvenus récemment¹ à isoler les dérivés phénylés à l'état de pureté parfaite. Pour leur nomenclature, on part du diphenylquinométhane, que les auteurs appellent fuchsone ; le dérivé anhydre du *p*-amidotriphénylcarbinol sera la fuchsonimine :



Pour préparer le *p*-phénylamidotriphénylcarbinol, on part du mono-anisyl-diphenylchlorométhane, qu'on traite par l'aniline ; il se fait l'anilide :



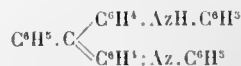
qu'il suffit de chauffer ensuite avec l'acide benzoïque pour lui enlever une molécule d'alcool, en même temps qu'une transposition moléculaire donne le composé suivant :



la phénylimide du diphenylquinométhane ou *fuchsonphénylimine*. Il cristallise en prismes rouges, fondant à 133-138° ; il se combine à l'eau en présence des acides dilués en donnant le carbinol incolore, qui, avec les acides concentrés, régénère les sels colorés. Ce sont donc les véritables bases colorées, dont l'existence avait été démontrée par les expériences de Hantzsch et Homolka.

S'il n'a pas été possible non plus à MM. Baeyer et Villiger d'isoler la base d'Homolka à l'état cristallisé, ce résultat a été obtenu dans le cas de son dérivé triphénylé, qui constitue la base du bleu d'aniline, et dans le cas du dérivé diphenylé du diamidodiphenylméthane, la base du vert de viridine.

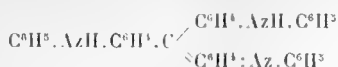
Ces produits ainsi préparés : la *p*-phénylamido-fuchsonphénylimine :



et la diphenylamido-fuchsonphénylimine :

¹ JENNINGS : B., t. XXXVI, 4022.

¹ B., t. XXXVII, 597.



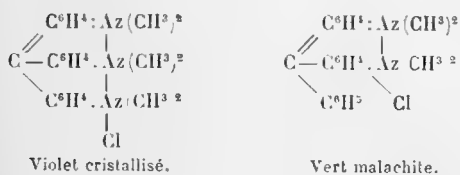
constituent respectivement des aiguilles ou des feuillets noirs fondant à 168°, et des cristaux noirs peu solubles fondant à 237-238°. Ils possèdent toutes les propriétés qu'on peut attendre de cette sorte de composés.

Ces produits constituent véritablement les substances mères des matières colorantes du groupe des fuchsines; leur existence est nécessaire avec la conception de MM. Fischer-Nietzki; elle serait, au contraire, inexplicable par la formule de M. Rosenstiehl.

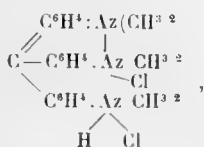
VII. — FORMULES DIVERSES ET PHTALÉINES.

Dans ces derniers temps, on a voulu aller plus loin; on ne s'est pas contenté d'expliquer la différence qu'il y a entre la fuchsine colorée et les carbinols incolores; on a cherché à donner l'explication de certains phénomènes secondaires. D'abord, on a cherché à se rendre compte des différentes colorations qui se manifestent quand on ajoute un excès d'acide aux fuchsines. Si, à du violet cristallisé, on ajoute de l'acide chlorhydrique, la solution devient verte, puis jaune. Il s'en suit que la saturation successive des groupes amidés exerce une action sur la propriété chromogène de la molécule. Les trois groupes amidés doivent donc tous être en relation étroite avec le chromophore.

M. Georgievics admet que tous les atomes d'azote sont unis entre eux. Comparons alors le violet cristallisé au vert malachite :



Si l'on ajoute au violet cristallisé une molécule d'HCl, cette molécule va créer une salification d'un azote, va rompre sa liaison avec l'azote voisin, et l'on aura :



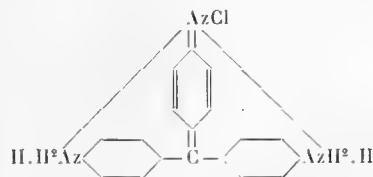
formule que l'auteur compare au vert malachite.

Il en déduit une explication de ce que les deux composés sont verts, puisqu'ils renferment le même groupement chromophore et qu'ils appartiennent, par suite, à la même série.

Il semble beaucoup plus simple d'expliquer ce fait autrement, si nous nous rappelons que, par

exemple, la *p*-nitraniline, qui est jaune, ou la nitro-diméthylmétatoluidine, qui est rouge, possèdent des sels qui sont parfaitement incolores, susceptibles de n'exister, d'ailleurs, qu'en l'absence d'eau. La coloration, d'après Witt, est due à l'introduction de groupes salifiables auxochromes AzH², Az(CH³)², ou même OH, dans la molécule chromogène C⁶H⁵AzO². Dès qu'on neutralise ces auxochromes par un acide, dans le cas des groupes azotés, ou si l'on étherifie OH par un radical organique, leur fonction disparaît et leur influence est annulée. Si l'on admet que, dans le violet cristallisé, la nouvelle molécule d'acide sature l'un des groupes Az(CH³)², c'est comme s'il n'existait plus, et la molécule est comparable au vert malachite, qui ne renferme plus que deux groupes diméthylamidés.

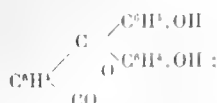
Enfin, M. Schmidlin, en se basant sur des données thermo-chimiques, paraît arriver à une formule semblable à celle de M. Georgievics. Il a étudié au calorimètre le phénomène de la dissolution des rosanilines dans les acides et a reconnu qu'il se compose de deux phases. Dans la première, il y a formation d'une solution incolore avec dégagement de chaleur; puis, au bout d'un certain temps, il y a coloration progressive accompagnée d'absorption de chaleur. D'après M. Schmidlin, le composé dans la première phase incolore est le dérivé du tétraoxycyclohexane, qui existe dans les sels incolores hydratés des rosanilines. C'est ensuite la déshydratation spontanée qui produit la coloration. M. Schmidlin croit devoir, pour l'explication de ces phénomènes, attribuer à la fuchsine la formule assez compliquée :



On peut également ranger parmi les dérivés du triphénylméthane des matières colorantes qui ont acquis un intérêt considérable et connues sous les noms de phtaléines et de rhodamines.

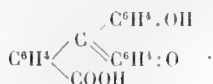
Les premières résultent de la condensation de l'anhydride phtalique avec les phénols, et les secondes résultent du remplacement, dans cette réaction, des phénols par les méta-amidophénols.

La phénolphtaléine, la phtaléine la plus simple, possède la constitution :

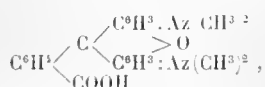


elle se dissout dans les alcalis avec une coloration

rouge intense. On a admis que la coloration de ses sels provient précisément de la formation d'une liaison quinonique, qui apparaît quand, en milieu alcalin, la chaîne lactonique se trouve rompue. Dans ses sels, la phénolphthaléine réagit sous sa forme tautomérique :



De même, dans le cas des rhodamines provenant des dialkylmétaamidophénols, les sels, doués d'une coloration rouge magnifique, possèdent très probablement une formule quinonique :



M. Bernthsen a, en effet, démontré la présence d'un groupe CO^2H susceptible d'être étherifié simplement par les alcools et les acides. Ces éthers sont désignés sous le nom d'*anisolines* et présentent un grand intérêt au point de vue tinctorial.

VIII. — CONCLUSIONS.

Il résulte, de l'ensemble de toutes les réactions que nous venons de passer en revue, que la formule quinonique de MM. Fischer-Nietzki permet d'en comprendre aisément le mécanisme. Cette raison suffirait à elle seule pour la faire adopter.

Mais, de plus, il est incontestable que, lors du passage d'un carbinol incolore à ses sels colorés, il doit se produire, dans l'arrangement intime des atomes, des modifications profondes dont nos formules doivent rendre compte.

Puisqu'il a été nécessaire de représenter par des formules différentes deux corps aussi voisins comme propriétés chimiques que le sont les deux acides lactiques ou tartriques, qui se distinguent uniquement par leur action sur la lumière polarisée, il est nécessaire, également, de donner des constitutions différentes à deux composés tels que la fuchsine et la rosaniline, dont l'action sur la lumière naturelle est si manifestement différente¹.

A. Wahl,

Docteur ès sciences,
Préparateur de Chimie à la Sorbonne.

PHARMACOLOGIE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE

PREMIÈRE PARTIE : ACTION DIGESTIVE

Si l'on consulte les traités classiques de Thérapeutique — celui de Manquat, par exemple — à l'article « Acide phosphorique », on constate que son action caustique en solution concentrée est à peu près seule mentionnée; son action générale en solution diluée est à peine signalée, seulement en quelques lignes et sous les seules références d'auteurs déjà anciens (Rabuteau, Andrews, Burdach, etc.). En fait, jusqu'à ces dernières années, l'acide phosphorique était à peu près inemployé en Thérapeutique; il commence à l'être un peu plus, et nous le croyons appelé à un grand avenir: c'est ce qui nous détermine à lui consacrer ici cette étude.

I. — INTRODUCTION

§ 1. — Historique moderne.

Sans remonter très haut dans l'histoire de la Thérapeutique, on peut dire que deux hommes ont surtout, dans ces quinze dernières années, attaché leur nom à l'étude de cette substance: Jolly, dont le livre sur « les phosphates et leurs fonctions chez les êtres vivants » est peut-être encore, à l'heure actuelle, le travail le plus considérable sur les fonctions physiologiques des phosphates, et

Joulié, dont l'« Urologie pratique et Thérapeutique nouvelle » n'est, en somme, qu'une étude fortement documentée sur l'emploi thérapeutique de l'acide phosphorique. En dépit de leur incontestable valeur, ces travaux n'ont pas reçu du monde médical l'accueil qu'en espéraient leurs auteurs et ne sont connus que d'un très petit nombre de thérapeutes, estimés d'un plus petit nombre encore.

A nous en tenir aux seules raisons d'ordre purement scientifique, les raisons de ce relatif discrédit sont multiples:

1^o Les auteurs, pharmaciens et chimistes, ont fait surtout œuvre chimique, et leur thèse a paru, de ce fait, aux médecins, bien à tort d'ailleurs, d'ordre plus théorique que pratique;

2^o Cette impression a été renforcée par la constatation de l'insuffisance évidente de la documentation clinique, de l'observation thérapeutique méthodique, qui se réduisait, à peu près, pour le travail de Joulié, à sa seule auto-observation, d'ailleurs singulièrement suggestive, mais manifestement

¹ Conférence faite au Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne, sous les auspices de M. le Professeur A. Haller.

insuffisante à l'édification d'une « doctrine », car c'est à l'exposé d'une véritable doctrine qu'aboutissent les travaux de Jolly et de Joulie ;

3° Les auteurs, en effet, entraînés par leur sujet, l'ardeur de leur conviction, un désir très légitime de synthèse, ont édifié l'un et l'autre un monument physio-thérapeutique d'une telle ampleur qu'il a paru destiné à abriter la pathologie et la thérapeutique presque entières. Les assises chimiques, fortement établies dans l'ensemble, ont été jugées par les chimistes insuffisantes, hypothétiques en bien des points ; les assises cliniques n'existaient guère qu'à l'état de prévisions *a priori* ; de ce fait, l'édifice a semblé à beaucoup une œuvre chancelante, de rêve et d'intentions, beaucoup plus qu'une œuvre solide, de réalité et de faits. L'ampleur quelque peu résumptueuse de l'édifice a fait tort à sa solidité.

C'est à l'étude presque exclusivement clinique de l'action pharmacodynamique de l'acide phosphorique que nous nous sommes surtout attaché depuis plusieurs années, et, sans y trouver toujours la confirmation des opinions des auteurs précités, nous devons reconnaître que nous les avons vérifiées en plus d'un point.

§ 2. — L'acide phosphorique officinal.

L'acide phosphorique dont nous avons usé dans nos recherches est l'*acide phosphorique officinal*, — préparé conformément aux prescriptions du Codex, — et renfermant par 100 grammes 50 grammes d'acide phosphorique trihydraté, correspondant à 36 gr. 4 d'acide phosphorique anhydre. Il se présente sous la forme d'un liquide clair, inodore, d'une saveur acide très forte, de la consistance d'un sirop épais, marquant 1,35 au densimètre. Nous ne l'avons jamais employé qu'en solution très étendue, soit que nous le prescrivions pur en gouttes dans un grand verre de liquide, soit que nous le prescrivions en solution à 1/20, associé au phosphate acide de soude par cuiller à café dans un grand verre de liquide.

Le titre approximatif des solutions ainsi obtenues variait de 1 à 3 ‰.

La *saveur* de ces solutions dans les véhicules habituels — eau, bière, vin, infusion chaude — est franchement acide. La sensation constrictive de la muqueuse buccale — due, sans doute, à la soustraction d'eau qu'il fait subir à la muqueuse — se dissipe rapidement. L'addition de phosphate acide de soude $\text{PO}^4.\text{NaH}^2$ atténue considérablement l'intensité de cette saveur ; elle est tout à fait recommandable. Dans bien des cas même où l'on aurait des raisons de suspecter la tolérance du patient, il sera bon de tâter cette tolérance par l'administration préalable de solutions de phosphate acide de soude.

II. — ACTION DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE EN SOLUTION DILUÉE SUR LES FONCTIONS DIGESTIVES.

L'action stomacale et plus généralement digestive de l'acide phosphorique en solution diluée doit nous arrêter longuement, car elle constitue une des actions primordiales de cette substance, d'où dérivent un grand nombre d'actions secondaires.

§ 1. — Action antiseptique.

1. *Expériences de Spallanzani.* — L'acide phosphorique — même en solution étendue — possède un pouvoir antiseptique puissant, qu'il partage, d'ailleurs, avec les autres acides minéraux et organiques, lesquels possèdent ce pouvoir à des degrés divers. Il est intéressant de remarquer que, dès le siècle dernier, Spallanzani avait mis en évidence cette action probablement essentielle de l'acidité du suc gastrique, savoir son action antiseptique. Ses trois expériences cruciales méritent d'être rapportées :

1° Ayant arrosé des morceaux de viande, les uns avec du suc gastrique, les autres avec de l'eau, il constata que les premiers restaient intacts plusieurs jours après que les seconds étaient putréfiés ;

2° Prenant l'estomac d'un serpent qui, seize jours auparavant, avait avalé un lézard, il trouva le lézard à peu près digéré, mais ne présentant aucune trace de putréfaction ;

3° Ayant introduit dans l'estomac de différents carnivores (chats et chiens) de la viande corrompue et, de ce fait, odorante, il constata qu'au bout d'un certain temps cette viande avait perdu son odeur de pourriture.

Spallanzani en conclut que le *suc gastrique non seulement s'oppose à la putréfaction, mais même peut l'arrêter quand elle est commencée*, bref que le suc gastrique jouit de propriétés antiputrescibles.

2. *Expériences bactériologiques contemporaines.*

— Les expériences bactériologiques n'ont fait que confirmer cette puissance bactéricide et antiputrescible du suc gastrique. Strauss et Wurtz ont constaté que le bacille d'Eberth et le spirille du choléra meurent après un séjour de deux à trois heures à 38° dans le suc gastrique du chien ou de l'homme, et cela explique vraisemblablement en partie la prédisposition des dyspeptiques au choléra et à la dothiéntérie signalée depuis longtemps et vérifiée à nouveau pendant la guerre sud-africaine. Les spores de bacilles charbonneux ne résistent pas, en général, à un séjour d'une demi-heure dans le même liquide. Des cultures de bacilles de Koch ont été rendues inoffensives par un séjour de dix-huit à trente-six heures dans le suc gastrique d'un chien. Les auteurs précités ont démontré que cette action est bien en rapport avec la fonction

acide du suc gastrique, avec sa teneur en acide chlorhydrique et seulement avec cette acidité, car une solution d'acide chlorhydrique au même titre que la solution gastrique exerce une action antiseptique au moins égale, peut-être supérieure.

Cette propriété appartient au même titre aux autres acides minéraux et à la plupart des acides organiques, à l'acide phosphorique et à l'acide lactique en particulier.

L'expérience précitée de Spallanzani, répétée avec une solution phosphorique, est des plus démonstratives : nous avons conservé, pendant plus d'une semaine très chaude de juillet, sans apparence de putréfaction, des morceaux de viande baignant dans une solution d'acide phosphorique officinal à 2 ‰, alors que des morceaux témoins, baignant dans de l'eau distillée pure, étaient manifestement corrompus, exhalant une odeur de pourriture très marquée dès le deuxième jour.

3. *Expériences cliniques.* — L'expérience clinique corrobore en tous points cette action antiseptique exercée par l'acide phosphorique sur les fermentations gastro-intestinales; elle montre, en effet, que, sous l'influence de l'administration de doses moyennes d'acide phosphorique dilué, il se produit une diminution manifeste des éthers sulfo-conjugués urinaires, produits de la putréfaction gastro-intestinale, et la disparition de l'indican en particulier. Cette constatation constitue la contrepartie des expériences de von Kast, qui montra, au contraire, que, par la neutralisation artificielle de l'acidité gastrique par l'administration de fortes doses de bicarbonate de soude, on obtient toujours une augmentation parallèle des éthers sulfo-conjugués.

En fait — en clinique — l'administration d'acide phosphorique à doses suffisantes à des malades souffrant de fermentations stomacales, se traduisant — *grosso modo* — par du ballonnement de l'estomac, après le repas, des éructations nidoreuses ou acides, de la tension abdominale, amène très rapidement une atténuation considérable, voire une disparition complète de ces symptômes. C'est un des faits thérapeutiques les plus constants de l'administration de l'acide phosphorique; — mais encore est-il nécessaire, pour le constater, de l'administrer à une dose suffisante, variable, d'ailleurs, suivant le sujet, sa tolérance et l'intensité de ces fermentations.

Cette action antiseptique stomacale est singulièrement favorisée par les mouvements péristaltiques, rythmiques, réguliers de l'estomac, par lesquels les ingesta, continuellement brassés, sont amenés en contact immédiatement avec la surface glandulaire.

Cette action antiseptique stomacale, en rapport

avec l'acidité du contenu stomacal, est essentielle, primordiale, hautement spécifique, capitale, car il ne paraît exister dans les fonctions digestives aucune fonction suppléant cette fonction antiseptique acide à l'endroit des microbes de la putréfaction, et il est inutile d'insister sur le rôle considérable de ces putréfactions gastro-intestinales dans la genèse, le développement, la symptomatologie des affections gastro-intestinales, des affections diathésiques et probablement dans l'évolution générale de l'organisme entier vers la dégénérescence sénile.

Nous en concluons donc :

La fonction acide du suc gastrique lui confère un pouvoir antiseptique relativement considérable à l'endroit des microbes de la putréfaction et de la plupart des microbes pathogènes.

En cas d'insuffisance de cette fonction, se traduisant par le développement anormal des fermentations gastro-intestinales, l'acide phosphorique peut pratiquement y suppléer au même titre que l'acide chlorhydrique ou que l'acide lactique.

§ 2. — Action peptonisante.

L'action *peptonisante* de l'acide stomacal est non moins évidente. La pepsine n'exerce son action peptogène qu'en milieu acide; il suffit de neutraliser le milieu par addition de bicarbonate de soude pour supprimer complètement cette action. Nous savons, du reste, que les digestions artificielles peuvent être obtenues non seulement avec l'acide chlorhydrique, mais aussi avec les acides phosphorique, sulfurique, acétique et lactique; mais la quantité nécessaire varie avec l'acide.

§ 3. — Action excito-sécrétoire.

Mais, quelque intéressante que soit la fonction peptogène de l'acidité stomacale, elle est certainement infiniment moins importante que l'ensemble des actions qu'elle exerce sur les sécrétions digestives, — action globale que l'on peut résumer dans la proposition suivante : *Le contact de toute solution acide suffisamment concentrée avec la muqueuse duodéno-jéjunale est l'excitant physiologique normal des sécrétions pancréatique, biliaire, intestinale.*

Un premier fait définitivement acquis, par les travaux de Pawlow, Popielski, Gottlieb, est le suivant : *L'introduction d'un acide dans le duodénum détermine une sécrétion pancréatique abondante.*

De même, d'après les travaux de Enriquez, Hallion, Fallois, *l'introduction d'un acide dans le duodénum détermine une augmentation manifeste, parfois considérable, de la sécrétion biliaire.*

Enfin, Delezenne et Frouin ont montré, sur des animaux pourvus de fistules intestinales, que l'in-

roduction d'un acide dans le duodénum détermine une sécrétion du suc intestinal dans les parties sous-jacentes de l'intestin, et la production de mouvements péristaltiques dans ces mêmes anses.

Le fait que cette excitation sécrétoire se produit même quand la solution acide est mise en contact avec le duodénum isolé oblige à admettre que cette action est indirecte, soit qu'elle s'exerce par un mécanisme réflexe, soit en vertu d'un mécanisme humoral vraisemblablement essentiel qu'on peut résumer comme suit : l'acide duodénal engendre, aux dépens d'une prosécrétine contenue dans la muqueuse duodénale, une sécrétine qui, résorbée par les racines du système porte, est entraînée au foie, au pancréas, à l'intestin, et en accélère l'activité sécrétoire.

L'analyse de ce mécanisme est, physiologiquement parlant, de la plus haute importance. Au point de vue spécial de notre étude, il nous suffit de rappeler cette proposition essentielle, savoir : que l'acidité stomacale constitue un stimulant physiologique puissant des sécrétions hépatique, pancréatique, intestinale.

Cette fonction excito-sécrétoire appartient à la fonction acide en général, et non à tel acide en particulier; la plupart des expériences ont été faites avec l'acide chlorhydrique, mais l'acide lactique, l'acide phosphorique, l'acide tartrique ont donné des résultats de même ordre. En l'absence de séries d'expériences comparatives portant sur la puissance excito-sécrétoire de ces différents acides, on n'en peut faire état dans son choix; c'est donc ici encore la clinique thérapeutique qui devra nous guider. Toutefois, il résulte des travaux de Pawlow qu'en sus des actions excito-sécrétoires sus-rappelées, l'acide phosphorique en possède une qui le différencie nettement de l'acide chlorhydrique : en effet, l'acide chlorhydrique exerce une action inhibitrice évidente sur la sécrétion du suc gastrique, ce qui explique la remarque clinique d'Albert Robin : « En fait, l'administration de l'acide chlorhydrique aux malades qui souffrent d'une insuffisance de fonction n'a jamais ou presque jamais réussi (A. Robin) »; l'acide phosphorique, au contraire, exerce une action excitatrice de cette même sécrétion : « l'acide chlorhydrique inhibe la sécrétion ultérieure de suc gastrique; il est très intéressant de voir que d'autres acides, l'acide phosphorique par exemple, n'exercent pas cette action inhibitrice » (Pawlow). En sorte qu'on peut conclure : l'acide phosphorique en solution diluée s'est montré, expérimentalement, exercer une action excito-sécrétrice remarquable sur l'ensemble des sécrétions digestives (salivaires, gastrique, hépatique, pancréatique, intestinale).

III. — MÉDICATION DES INSUFFISANCES FONCTIONNELLES GASTRO-INTESTINALES.

La sanction pratique de ces faits (action antiseptique, action peptogène, action excito-sécrétoire des sécrétions digestives) devait être *a priori* de faire de la médication acide en général, et phosphorique en particulier, une *médication de choix dans le traitement des dyspepsies gastro-intestinales caractérisées par l'insuffisance des sécrétions digestives*, dans celles, en particulier, où il y a hypoacidité stomacale primitive, c'est-à-dire insuffisance originelle de la sécrétion acide, que cette hypoacidité soit reconnue par l'analyse chimique du suc gastrique ou par la simple analyse clinique, souvent suffisante en pareils cas, — tranchons le mot, — souvent moins trompeuse. Cette dyspepsie gastro-intestinale hypo-sécrétoire, cette insuffisance des fonctions digestives considérées dans leur ensemble, qu'elle soit consécutive à une hyper-sécrétion, à un hyperfonctionnement initial, traduisant alors la fatigue, l'usure consécutive au surmenage fonctionnel, ou qu'elle soit primitive, nous a paru dans notre pratique la plus fréquente, à beaucoup près, de toutes les formes de dyspepsie; elle se présente avec une prédominance marquée chez la femme.

Ce *syndrome d'insuffisance digestive, de dyspepsie gastro-intestinale* se traduit en clinique de la façon suivante¹ : « appétit faible ou capricieux; sensation de gêne, de pesanteur, de tension stomacale pendant la période digestive, se prolongeant un temps variable; stase alimentaire stomacale, s'accusant, en clinique, outre les sensations précédentes, par des régurgitations alimentaires plusieurs heures après les repas, par du clapotage de l'estomac le matin à jeun; fermentations gastro-intestinales, ballonnement après les repas, éructations quelquefois acides. Les malades se disent grandement soulagés par les « renvois », et insistent beaucoup sur ce point. Le plus souvent, la *paresse intestinale* est manifeste, la *constipation habituelle*, coupée parfois de *crises diarrhéiques*; l'entérocrite muco-membraneuse est fréquente, ainsi que les *retentissements hépatiques* (subictère, hypertrophie hépatique, etc.); souvent les malades viennent consulter pour des troubles cardiaques (palpitations, tachycardie, etc.), pour des troubles nerveux plus ou moins bien définis (migraines, malaise général, vertiges, céphalalgie, asthénie générale, psychasthénie, etc).

« A l'examen, on constate, de façon à peu près constante (surtout chez la femme), le relâchement

¹ AL. MARTINET : La dyspepsie hyposthénique. *Presse médicale*, 5 décembre 1903.

de la sangle abdominale, la *diminution de la tension normale de l'abdomen*; la palpation donne une sensation particulière de mollesse, d'atonie; elle ne détermine aucune réaction de défense, de tension réflexe. Inutile d'ajouter que, surtout chez la femme, les *ptoses viscérales* sont fréquentes : abaissement du rein, du foie, de l'estomac, voire de l'utérus.

« La formule urinaire est intéressante à noter : il y a *abaissement du taux de l'urée, indicanurie*, souvent *urobilinurie* et albuminurie légères; l'examen de l'urine du matin, émise à jeun, indique le plus souvent l'hyperacidité associée à l'hypophosphatie.

« A se placer au pur point de vue clinique, il semble qu'on puisse étiqueter ces cas : *dyspepsie gastro-intestinale hyposthénique* (hypo-motrice et hypo-sécrétoire), avec *stase, fermentations et retentissements divers* (hépatiques, cardiaques, rénaux, nerveux).

« Nous le répétons, peu de types cliniques sont aussi fréquents chez la femme, et les travaux multiples qu'ont inspirés les ptoses viscérales, la dilatation de l'estomac, le rein mobile, la dyspepsie flatulente, l'hépatisme, la gastrite chronique, l'entérite chronique, etc., cas particuliers du grand type clinique précédent de l'*insuffisance digestive*, le prouvent assez. »

Il est bien évident, toutefois, que chaque malade traduira sa maladie à sa manière, l'individualisera, la localisera plus ou moins, et qu'il y aura des malades qui paraîtront plus spécialement avoir de l'insuffisance stomacale, intestinale, hépatique ou pancréatique. Mais nous affirmons que, de même que l'on rencontrera rarement un malade réalisant absolument, au grand complet, sans une omission, le type clinique schématisé ci-dessus, type idéal où nous avons rassemblé *grosso modo*, groupé l'ensemble des symptômes constitutifs de l'insuffisance digestive, on rencontrera bien plus rarement encore un stomacal, un intestinal, un hépatique ou un pancréatique pur; toujours l'analyse clinique révélera, à côté des symptômes prédominants, stomacaux par exemple, l'existence de symptômes plus ou moins accusés, traduisant la souffrance des autres segments du tube digestif : la Pathologie, comme la Physiologie, démontre de façon formelle l'étroite synergie fonctionnelle des glandes digestives, qui rend solidaires à l'état normal et à l'état pathologique les divers temps de la digestion; ce type de l'insuffisance globale des fonctions digestives nous paraît donc légitime.

Dans ce cas, nous avons institué, concurremment avec le régime diététique et les divers moyens thérapeutiques appropriés au cas considéré (port d'une ceinture abdominale, massage, lavage de l'intestin, etc.), la *médication phosphorique*; et les résultats ont certainement dépassé de beaucoup notre

attente. Dans 52 cas de ce genre, où les circonstances nous ont permis non seulement d'appliquer cette médication, mais d'en suivre les effets pendant une longue période de temps (trois mois pour le cas le plus récent, près de quatre ans pour le cas le plus ancien), nous avons eu 48 améliorations tellement nettes qu'un bon nombre (la moitié environ), du fait de leur durée, peuvent être considérées comme de véritables guérisons. Nous avons eu 4 insuccès francs, dont 3 chez des névropathes (une hystérique pseudo-tabétique, un agité dégénéré supérieur avec obsessions diverses, une névropathique avec crises gastralgiques), où la médication a été interrompue après vingt-quatre heures, ayant déterminé des phénomènes d'excitation nerveuse assez intense; le quatrième chez une jeune fille atteinte probablement d'ulcus rotundum, sujette à des crises de gastralgie violente, où la médication a été interrompue après quelques jours sans qu'elle ait semblé toutefois exagérer la gastralgie.

1. *Action de l'acide phosphorique sur la digestion stomacale.* — Les divers symptômes susénumérés ont été plus ou moins rapidement, plus ou moins profondément amendés, la viciation digestive et nutritive plus ou moins redressée; — mais, nous le répétons, — hors les quatre cas rappelés où la médication était contre-indiquée, — nous dirons plus tard pourquoi, — tous les cas traités ont retiré de ladite médication un réel et très grand bénéfice.

La sensation de plénitude stomacale, de lourdeur, de pesanteur, de somnolence, après le repas est un des premiers phénomènes amendés; le sommeil, s'il s'impose encore du fait de l'habitude, perd le caractère du sommeil lourd, pesant, des digestions difficiles, pour n'être plus qu'une simple sieste brève, légère. Les congestions encéphaliques, la rougeur de la face, s'atténuent et disparaissent même complètement quelquefois : tel fut le cas chez une artérioscléreuse avancée, âgée de soixante-cinq ans, sujette après les repas, même peu copieux, à des bouffées congestives d'une extraordinaire violence et qui, après trois semaines de traitement, était débarrassée de ce fâcheux symptôme, qui n'a pas reparu depuis huit mois.

Le ballonnement stomacal, les éructations nidoreuses ou acides sont de même, en général, rapidement amendés. En revanche, la dilatation stomacale, le clapotement, sont beaucoup plus lents à s'atténuer; quelquefois même ils persistent, malgré l'amendement considérable des autres phénomènes concomitants.

Bref, la *digestion stomacale paraît cliniquement facilitée, améliorée, abrégée*; — la dyspepsie stomacale redressée. L'expérience clinique de Cautru, de Joulie, de Bardet, est tout à fait confirma-

tive à ce sujet. Toutefois, nous ne parlons pas l'opinion des deux premiers auteurs en ce qui concerne l'action heureuse de la médication phosphorique dans les dyspepsies hyperacides primitives, dans les hyperchlorhydries; nous n'en avons obtenu que des résultats médiocres ou mauvais et réservons ladite médication aux dyspepsies hyperacides secondaires, hypoacides primitives, ou du moins paraissant telles cliniquement, et réalisant plus ou moins fidèlement le type clinique sus décrit.

Et c'est, pour le dire en passant, probablement pour cette circonstance que les auteurs précités ont cherché à donner à leurs diagnostics une base chimique (analyse du suc gastrique, analyse d'urine), — alors que, après nos premières recherches, nous nous sommes tenu surtout sur le terrain de l'analyse clinique, les analyses chimiques présentées nous ayant paru, en dépit de l'apparence, ne donner que des indications d'une insuffisante rigueur. C'est à cette circonstance qu'est due probablement notre divergence sur ce point spécial. Nous ne parlons probablement pas le même langage: leur définition est chimique, la nôtre clinique; nous croyons cette dernière plus sûre à l'heure actuelle, nous allons dire pourquoi.

On a pu remarquer, en effet, que — systématiquement — nous n'avons pas fait état, dans notre exposé, des analyses quantitatives de suc gastrique, que, cependant, nous avons recueillies dans un bon nombre de cas. C'est qu'en effet — en ce qui concerne l'acidité en particulier — nous avons été obligé de conclure que, les coefficients d'erreur et de variation (du fait de la technique, du fait de l'expérimentateur, du fait de l'individu examiné, et du fait du jour et quelquefois même de l'heure de l'expérience) étant égaux ou supérieurs, — du même ordre de grandeur en tout cas, — aux variations constatées, ces analyses étaient sans aucune valeur au point de vue spécial qui nous occupe.

Ces variations d'acidité gastrique d'un individu à l'autre, d'un jour à l'autre, d'une heure à l'autre, sont maintenant établies et hors de contestation. « Il est vrai, dit Pawlow, que les observations cliniques sur l'activité sécrétoire chez l'homme mentionnent presque journalièrement des variations d'acidité; il est vrai aussi que, dans mes observations, *bien qu'il s'agisse de suc absolument pur*, ces variations sont parfaitement appréciables. »

Dans la pratique de l'examen du suc gastrique, il s'agit non plus de l'acidité de « suc absolument pur », comme chez les chiens fistulisés de Pawlow, mais de l'acidité d'un mélange d'une proportion variable et *inconnue* de suc gastrique et de repas d'épreuve; aussi, comme l'a fort justement établi M. Léon Meunier (*Presse médicale*, 2 novem-

bre 1904), l'acidité vraie du suc gastrique pur ne peut théoriquement s'obtenir qu'en connaissant l'acidité relative du mélange sus indiqué et le coefficient de motricité stomacale permettant d'établir les proportions dudit mélange suivant une méthode qu'il indique.

Ces seules remarques suffisent à rendre singulièrement suspects tous les résultats, tous les diagnostics basés sur la recherche quantitative de l'acidité du suc gastrique, — cas exceptés d'anachlorhydrie ou d'hyperchlorhydrie tels que les coefficients inévitables d'erreur soient évidemment dépassés; mais, dans nos observations, nous n'avons eu aucun de ces cas, que dépiste d'ailleurs habituellement la simple analyse clinique. Au surplus, le passage suivant de Léon Meunier nous paraît résumer admirablement l'état actuel de la question :

« Cette recherche des éléments du suc gastrique présente-t-elle une grande importance clinique? C'est ce que nous ne croyons pas, en nous basant sur les considérations suivantes :

« Si l'on prend différents malades et qu'on dose, par exemple, l'acidité de leur suc gastrique, et si on compare les chiffres rapportés, soit à la sécrétion relative, soit à la sécrétion vraie, on obtient, dans un cas comme dans l'autre, des chiffres très différents; on constate donc que la sécrétion a une composition variable avec chaque personne, que chaque suc gastrique a son individualité propre.

« Si, maintenant, on prend le même malade, et si on examine son suc gastrique à différentes époques, au cours d'un traitement, par exemple, on est frappé de ce fait: en comparant les acidités de ces sucs gastriques, les acidités relatives (et ce sont les seules que l'on ait étudiées jusqu'à ce jour), les acidités relatives ne sont encore nullement identiques ».

Et, quand nous aurons ajouté que, chez un même individu, d'un mois à l'autre, cette acidité relative (la seule, nous le répétons, dont on ait fait état jusqu'à ce jour) peut venir du simple (120) au double (220), on se rend compte de la solidité d'un diagnostic établi sur de telles bases! Sans négliger les renseignements parfois essentiels que fournit l'analyse qualitative du suc gastrique, nous croyons qu'à l'heure actuelle, avec les techniques en usage, la nosologie clinique est plus rigoureuse.

2. *Action de la médication phosphorique sur les fonctions hépato-pancréatiques.* — L'action de l'acide phosphorique sur le foie se manifeste par le relèvement du taux de l'urée, la disparition de l'indican et de l'urobiline et même, ainsi que Cautru et moi-même nous l'avons obtenu dans bon nombre de cas, la disparition ou l'atténuation

rapide de la glycosurie diabétique d'origine hépatique.

Et pourtant, à ce point de vue hépatique, l'acide phosphorique était et est encore suspect. Assimilant l'acide phosphorique au phosphore, *a priori* et sans preuves, on accusa l'acide phosphorique d'être toxique et stéatosant.

Notre ami Cautru s'est spécialement attaché à la réfutation de cet *a priori*, et il nous semble bien avoir apporté la preuve expérimentale formelle du non fondé de cette accusation. Avec MM. Bardet et Brun, il administra pendant un mois et demi à un canard, qui n'en fut nullement incommodé, un gramme par jour d'acide phosphorique officinal. L'animal sacrifié ne présentait aucune trace de stéatose hépatique. Il administra pendant près d'un an (11 novembre 1902 à octobre 1903), à deux cobayes de 350 grammes environ, une dose quotidienne de 0 gr. 50 à 1 gramme d'acide phosphorique, sans que leur santé parût altérée; ces animaux furent sacrifiés en octobre 1903: l'examen macroscopique et microscopique du foie montra un foie normal, sans apparence de dégénérescence graisseuse. Il faut remarquer que les doses d'expérimentation précitées correspondent aux doses quotidiennes effroyables de 200 grammes d'acide phosphorique officinal pour un adulte du poids moyen de 70 kilogrammes.

Depuis, il a renouvelé des expériences sur des chiens, en administrant, pendant un an dans une première série, pendant six mois dans une deuxième, des doses quotidiennes de 1 à 2 grammes d'acide phosphorique officinal, sans constater cliniquement aucun trouble hépatique et anatomiquement aucune lésion.

Aucun des médecins qui ont employé cette médication n'a signalé d'incident hépatique quelconque et aucun des critiques de ladite médication n'a apporté aucun fait clinique ou anatomique tendant à faire admettre une action dégénérative hépatique.

On peut donc résolument conclure que l'acide phosphorique n'est ni toxique, ni stéatosant, et qu'il ne s'est même pas montré tel à des doses élevées, qu'on pouvait *a priori* estimer dangereuses.

En revanche, l'action excitatrice de la fonction hépato-pancréatique, *a priori* positive, semble bien confirmée par la clinique, car, dans trois cas où, en dehors des phénomènes dyspeptiques banaux sus-énumérés, il y avait alternative de diarrhée et de constipation avec décoloration des matières, présence de substances graisseuses et, dans un cas, glycosurie alimentaire, on obtint assez rapidement (trois à dix jours) la régularité des garde-robes, la recoloration des matières, la disparition de la graisse et la disparition de la glycosurie.

Dans des cas analogues et de façon confirmative, MM. Hallion et Enriquez ont eu de même des résultats fort satisfaisants par l'administration d'eusécérine.

3. *Action de la médication phosphorique sur les fonctions intestinales.* — En ce qui concerne l'action sur l'intestin, elle est évidemment complexe: elle résulte, d'une part, de l'action excito-sécrétoire exercée sur la sécrétion intestinale par toute solution acide entrant en contact avec le duodénum, et, d'autre part, de l'action exercée par l'acide phosphorique, ainsi que nous venons de le voir, sur tous les segments de tube digestif (estomac, foie, pancréas).

Le première action, excito-sécrétoire, se traduit dans certains cas, quand il y a constipation, insuffisance parétique et sécrétoire de l'intestin, par la régularisation des garde-robes, voire, si la dose d'acide phosphorique prescrite est trop forte, par de la diarrhée. Toutefois, il est des constipations sur lesquelles la médication acide semble avoir peu d'action. Quand elle agit, c'est seulement au bout d'un temps variable, toujours assez long, quelques jours au moins, et non d'une façon immédiate, hors le cas de dose exagérée, et ceci est bien en rapport avec une excitation quasi-physiologique, un entraînement progressif de la fonction sécrétoire et motrice intestinale. Ici encore, nos observations concordent de tous points avec celles qu'ont recueillies MM. Hallion et Enriquez au sujet de l'eusécérine duodénale.

Mais, inversement, s'il y a diarrhée par insuffisance et viciation des fonctions stomacale, hépatique, pancréatique, l'administration de l'acide phosphorique peut, en stimulant et en régularisant lesdites fonctions, supprimer la diarrhée et régulariser les fonctions intestinales, ainsi que nous venons d'en citer des exemples à l'occasion de l'action sur le foie et le pancréas.

L'action sur l'entéro-colite muco-membraneuse est tout à fait inconstante, et, si nous en avons obtenu quelquefois des résultats extrêmement satisfaisants, nous avons eu, en nombre au moins égal, des succès complets; la pathogénie de cette affection, qui tend de plus en plus à en faire souvent une trophonécrose réflexe de l'intestin, explique bien ces succès.

4. *La médication alcaline et la médication acide dans les affections gastriques.* — Quoiqu'il en soit, la conclusion formelle de ces faits multiples, d'ordre expérimental et clinique, est la suivante:

1° L'acide phosphorique exerce une action excitatrice remarquable sur les fonctions sécrétoire et motrice de l'appareil digestif dans son ensemble;

2° La médication phosphorique donne des résultats extrêmement satisfaisants dans tous les cas pathologiques caractérisés par l'insuffisance des fonctions digestives, dans les dyspepsies hyposthéniques en particulier;

3° Et, par voie de conséquence — confirmée par l'observation clinique — elle est contre-indiquée dans tous les cas pathologiques caractérisés par l'exagération des dites fonctions digestives, dans les dyspepsies hypersthéniques en particulier.

Et, avant de clore ce chapitre, une remarque s'impose: la médication acide, la médication phosphorique que nous préconisons ici, après en avoir vérifié longuement les résultats, dans le traitement des insuffisances fonctionnelles, digestives, semble être exactement la contre-partie de la médication alcaline traditionnelle, le bicarbonate de soude ayant fait longtemps et faisant encore peut-être à peu près tous les frais médicamenteux des diverses médications antidyseptiques classiques. La vogue de Vichy en est une éclatante démonstration.

Il semble qu'il y ait contradiction absolue et que l'un des groupes d'observateurs s'illusionne sur l'efficacité des médications acide ou alcaline, et pourtant les faits sont suffisamment nombreux de part et d'autre, et suffisamment établis, pour qu'on soit obligé d'admettre que l'une et l'autre des dites médications ne compte plus ses succès. Le moment n'est pas encore venu, étant donnée surtout la nouveauté relative de l'emploi systématique de la médication phosphorique, le moment n'est pas venu d'établir avec précision les indications et contre-indications respectives des alcalins et de l'acide phosphorique.

Mais, dès maintenant, on peut dire que la contradiction est moins profonde qu'elle n'en a l'air à première vue. En effet, les partisans les plus résolus de la médication phosphorique ne se font pas faute d'employer, concurremment avec ladite médication, la médication alcaline réalisée par des alcalins moins solubles que le bicarbonate de soude; mais, s'efforçant de suivre l'évolution normale des processus digestifs, ils font de la médication acide pendant la période stomacale de la digestion, et de la médication alcaline, pendant la période intestinale, imitant en cela la nature même.

Quoique comparaison ne soit pas toujours rai-

son et soit même souvent le contraire, on peut dire qu'il y a entre les deux médications la même différence qu'entre la méthode ancienne d'immobilisation rigoureuse et prolongée des fractures et la méthode moderne de mobilisation rapide et de massage; la première, n'ayant en vue que la consolidation osseuse, supprime toute fonction motrice du membre lésé, et s'en remet entièrement à la seule nature médicatrice: elle est rigoureusement passive, et on en connaît les résultats, l'atrophie musculaire consécutive, en particulier; la seconde, ayant en vue l'ensemble des fonctions du membre considéré, s'efforce, tout en n'entravant pas ladite consolidation, d'entretenir les fonctions circulatoire et motrice par un entraînement méthodique: elle est, au sens rigoureux du mot, active, et les résultats en sont tels que tous les chirurgiens l'ont adoptée à l'heure actuelle.

La médication alcaline, avec son complément, une diète sévère le plus souvent lactée, inhibe les fonctions digestives, stomacales en particulier, et n'attend la guérison que de la mise au repos de l'organe malade; la médication acide, avec son régime diététique beaucoup plus libéral, stimule, au contraire, les dites fonctions et en recherche et en obtient souvent le rétablissement normal par un entraînement régulier. Nous affirmons que les résultats en sont beaucoup plus satisfaisants que ceux de la précédente, mais encore faut-il que — comme le massage dans les fractures — cette médication soit appliquée avec discernement.

En effet, il est des fractures où la méthode active s'impose presque *a priori*, fractures du péroné ou du radius par exemple; il en est d'autres, les fractures compliquées, où l'indication de l'immobilisation rigoureuse est formelle. De même, il est certaines formes de dyspepsies, certaines gastrites avec hyperesthésie muqueuse considérable, tels les ulcères, où la médication alcaline conserve tous ses droits; ce sera à l'avenir d'établir, comme nous le disions plus haut, les indications précises.

Dans un prochain article, nous étudierons l'action nerveuse et humorale de l'acide phosphorique.

D^r A. Martinet,

Ancien interne des Hôpitaux de Paris.



BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Tannery (Jules), *Sous-Directeur des études scientifiques à l'École Normale supérieure.* — **Introduction à la Théorie des Fonctions d'une variable.** Deuxième édition entièrement refondue; tome I : **Nombres irrationnels, ensembles, limites, séries, produits infinis, fonctions élémentaires, dérivées.** — 1 vol. grand in-8° (Prix : 14 fr.). Hermann, éditeur. Paris, 1903.

M. Tannery nous donne aujourd'hui une seconde édition, complètement refondue, de son *Introduction à la théorie des fonctions d'une variable* : la première édition, qui parut il y a une vingtaine d'années, avait été très remarquée, tant par ses qualités de clarté, de précision et de rigueur, que par les vastes perspectives qu'elle ouvrait aux étudiants sur le riche domaine de l'Analyse moderne. Le livre n'était pas, à proprement parler, un ouvrage d'enseignement élémentaire; mais, destiné avant tout aux futurs professeurs, qui, au moment de quitter les bancs de l'École, ont besoin de coordonner et de préciser les connaissances acquises, il devait forcément influer sur l'enseignement des fondements de l'Analyse : cette influence fut, en effet, considérable, et elle a heureusement persisté pour le plus grand bien des études mathématiques, malgré les nécessités parfois fâcheuses de la préparation aux examens, et aussi en dépit des caprices de la mode.

M. Tannery a jugé le moment venu de remettre son œuvre au courant des récents progrès de l'Analyse : en réalité, il a fait un livre nouveau qui, d'ailleurs, s'adresse comme l'ancien à ceux qui, déjà familiers avec les éléments, ont besoin d'assurer à leurs connaissances des bases solides, et en même temps de les synthétiser en les réduisant à leurs éléments essentiels. Dans cette nouvelle édition, l'auteur ne s'est pas interdit les représentations géométriques, qui lui paraissent aussi légitimes que toute autre formule, à condition de ne pas nuire à la rigueur. Une place plus large aussi est faite à la théorie des ensembles, dont l'importance grandit chaque jour; cette théorie s'introduit naturellement dès l'origine, à propos du nombre irrationnel, dont la connaissance équivaut à celle d'une *coupure* en deux classes de l'ensemble des nombres rationnels, points de vue que, dans l'édition actuelle, M. Tannery adopte exclusivement. La théorie des ensembles est liée à la notion de limite : aussi, après avoir, dès l'abord, édifié la théorie des *nombres irrationnels* complétée par une courte digression sur les fractions continues considérées surtout comme moyen d'approximation, l'auteur s'attaque ensuite aux *ensembles infinis* de nombres dont il établit les propriétés fondamentales (bornes inférieure et supérieure, points d'accumulation); il les applique aussitôt à propos de la notion de limite d'une suite infinie, puis il généralise la notion pour des ensembles d'éléments qui ne seraient pas exclusivement des nombres, définit deux ensembles de même puissance, étudie les ensembles *dénombrables* ou de même puissance que l'ensemble des nombres entiers, et distingue, parmi tous les nombres d'un intervalle donné, l'ensemble dénombrable de ceux qui sont *algébriques*, les autres étant dits *transcendants*; tout ensemble qui a même puissance que la totalité des nombres de l'intervalle 0-1 a la puissance du *continu*. Le chapitre se termine par les notions d'ensemble dérivé, d'ensemble clos et d'ensemble dense. Les chapitres suivants s'appuieront sur cette théorie; ils diffèrent par là, et aussi en général par le plan et par des

compléments, des chapitres correspondants de la première édition.

Le chapitre III est consacré aux *séries* et aux *produits infinis* : au début sont étudiées les séries harmoniques par la méthode qui, généralisée, conduit à une règle bien connue de Cauchy; ensuite, la théorie des séries à entrée multiple et des produits infinis est facilitée par la théorie des ensembles; puis on arrive aux règles ordinaires de convergence, complétées par quelques théorèmes nouveaux, tels, par exemple, que la limite supérieure du rayon de convergence déduite de la règle

$$\sqrt[n]{|a_n|};$$

le chapitre se termine par un paragraphe sur les fractions continues illimitées.

Avec le chapitre suivant commence l'étude des *fonctions*, définies au point de vue le plus général de la correspondance entre deux ensembles; M. Tannery établit, de ce point de vue, et comme conséquence de la théorie des ensembles, les premières propriétés, notamment celles qui se rapportent aux bornes de la fonction et à sa continuité : cette étude est mise au courant des travaux récents. Puis l'auteur montre dans quelle mesure est admissible la représentation géométrique usuelle des fonctions, et fait pressentir quelles hypothèses elle suppose implicitement; le chapitre se termine par l'application de ces généralités aux fonctions les plus simples : d'abord le polynôme entier, étudié au voisinage d'une valeur x_0 de la variable à l'aide des polynômes dérivés successifs, puis la fraction rationnelle, étudiée de même dans les deux cas où x_0 est ou non un pôle, et enfin l'exponentielle, la fonction logarithmique et x^m .

Un chapitre est consacré aux *séries à termes variables*; il débute par la notion de convergence uniforme pour une fonction $f_n(x)$ de deux variables n et x dont la première prend les valeurs des nombres naturels; des exemples simples éclairent cette notion délicate, qui s'applique aussitôt aux séries à termes variables, et notamment aux séries entières; le chapitre se poursuit par l'étude des séries entières usuelles, et notamment des séries exponentielle et du binôme; la somme de la série exponentielle est établie par les deux méthodes : propriété de la multiplication, ou recherche directe de la limite de $\left(1 + \frac{x}{m}\right)^m$ pour m infini, en s'appuyant sur la convergence uniforme; la comparaison de e^x au polynôme entier permet de montrer la transcendance de la fonction; le développement de a^x conduit aux séries logarithmiques. Puis on arrive aux fonctions hyperboliques définies à l'aide de l'exponentielle, et enfin aux fonctions circulaires dont les développements en séries sont déduits des formules d'addition, et complétés par les expressions sous forme de produits infinis et les développements polaires usuels, qui préparent la théorie des fonctions elliptiques; le chapitre se termine par la transformation en produit infini de la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2 x^n},$$

si importante dans cette théorie.

Un autre chapitre traite des *dérivées*, auxquelles on est naturellement conduit en substituant au graphique de la fonction un polygone inscrit de côtés indéfiniment décroissants. L'existence de la dérivée entraîne la continuité de la fonction, mais la réciproque n'est pas vraie :

on trouve à la fin du chapitre l'exemple célèbre, dû à Weierstrass, d'une fonction continue sans dérivée; les représentations graphiques usuelles supposent l'existence et même la continuité de la dérivée. Après avoir déterminé les dérivées du polynôme et de la série entière, l'auteur étudie soigneusement les règles de calcul de la dérivée d'une fonction de fonction et d'une fonction inverse. Ensuite vient le théorème de Rolle, la formule des accroissements finis, son application aux dérivées des fonctions composées ou implicites et à l'étude de la variation des fonctions. Une généralisation de la formule des accroissements finis, d'après M. Darboux, relie les deux théories des dérivées et des différences. Puis la formule de Taylor est présentée comme formule d'interpolation rapprochant la fonction du polynôme entier; elle conduit à l'étude de la fonction au voisinage d'une valeur x_0 de la variable, notamment dans les cas d'indétermination, ce qui amène aux règles de l'Hospital complétées par une remarque de M. Appell.

Tel est, en résumé, cet important ouvrage: il sera bien accueilli des mathématiciens, et en particulier des nombreux élèves de M. Tannery qui seront heureux de pouvoir faire, une fois encore, sous la direction du maître, la révision des fondements de leurs connaissances.

M. LELIEUVRE,

Professeur au Lycée et à l'École des Sciences
de Rouen.

Lebon (Ernest), *Professeur de Mathématiques au Lycée Charlemagne*. — **Extrait du plan d'une Bibliographie analytique des écrits contemporains sur l'Histoire de l'Astronomie**. — *Broch. in-8° de 19 pages, 1905.*

M. Ernest Lebon a présenté à la Section des Sciences du Congrès international de Sciences historiques, tenu à Rome, le Plan d'une *Bibliographie analytique des Écrits contemporains sur l'Histoire de l'Astronomie*. C'est ce Plan que résume la brochure ci-dessus. Les ouvrages cités sont groupés dans l'ordre de filiation des idées qui y sont émises, et l'indication est suivie d'une courte analyse où ces idées sont exposées et comparées. Il est inutile d'insister sur l'utilité que présente un plan de ce genre et les services de toute sorte qu'il est appelé à rendre aux astronomes et aux historiens des sciences.

2° Sciences physiques

Frick (Dr J.). — *Physikalische Technik*. 7^e édition, revue par M. O. LEHMANN, *Professeur à l'École technique supérieure de Carlsruhe*, 1^{re} partie. — 1 vol. de 630 p. avec 2003 figures (Prix: 20 fr.). Vieweg und Sohn, éditeurs, Braunschweig, 1905.

La Technique Physique du Dr Frick jouit en Allemagne d'une réputation de longue date et qui est d'ailleurs bien justifiée. Ce ne fut d'abord qu'une modeste tentative de réaction contre l'enseignement abstrait de la Physique, tel qu'on le pratiquait trop volontiers il y a quelque cinquante ans. Peu à peu, au cours de ses rééditions successives, l'ouvrage s'est fort accru et la septième édition, que nous offre aujourd'hui M. Lehmann, a reçu assez de remaniements et d'additions pour faire un ouvrage nouveau. La première partie du volume I, la seule parue encore, renferme 630 pages avec 2003 figures. M. Lehmann l'a consacrée à l'étude des installations générales qui conviennent à un amphithéâtre de physique et aux services accessoires. Il décrit en détail et discute les dispositions qu'il convient d'adopter dans l'ensemble de la salle, l'aménagement des tables d'expérience, de la salle de préparation des cours, de l'atelier. Les canalisations diverses qui doivent distribuer l'eau sous forte et sous faible pression, le gaz, l'air comprimé, le vide, l'électricité sont étudiées soigneusement; puis les appareils à poste fixe, moteurs, pompes, générateurs électriques. L'auteur s'occupe ensuite de l'atelier de réparations et de construc-

tion des instruments, des procédés mécaniques, des outils et de leurs usages.

On serait peut-être tenté de trouver que ces questions sont traitées à certains égards avec un luxe exagéré de détails, si l'on ne savait par expérience que tous ces détails ont leur importance pratique. Il est difficile d'apprécier la perte de temps, sans compter les ennuis, qu'occasionne une installation défectueuse (ce qui, soit dit en passant, est le cas à peu près général de nos établissements français, et non pas seulement des anciens).

D'autre part, la lecture de l'ouvrage de M. Lehmann m'a laissé cette impression que l'auteur n'est pas partisan de la physique de la cire à cacheter et des bouts d'allumettes. Il m'a été agréable de trouver mes convictions bien arrêtées, confirmées par une autorité indiscutable en matière de technique physique.

On prête à un savant célèbre cet aphorisme qu'un physicien doit savoir scier avec une lime et limer avec une scie. S'il est authentique, cet aphorisme n'ajoute rien à la gloire de son auteur, et j'aime à croire pour lui qu'en ce cas, il n'y attribuait pas le sens littéral que des esprits fort superficiels, armés de mains fort maladroites, ont voulu y donner.

Je suis d'avis qu'il y aurait grand avantage à bien répéter aux physiciens soucieux de cultiver les arts manuels dans la mesure de leurs moyens et de leurs besoins qu'en mécanique il n'y a pas à peu près. Il n'y a pas de travaux et d'outils d'amateurs, des travaux et des outils de professionnels. Il faut distinguer seulement les travaux bien faits ou mal faits, les outils bons ou mauvais. En particulier, on ne saurait trop insister sur ce point capital, que les résultats dépendent au premier chef de l'emploi d'outils appropriés et en bon état.

L'ouvrage de M. Lehmann est conçu dans cet esprit et j'y vois une qualité essentielle. Il serait vivement à désirer que la langue française possédât un livre semblable, adapté à nos habitudes techniques. Mais ce vœu restera platonique. Il serait bien difficile de trouver chez nous un physicien qui, assez compétent pour apprécier les difficultés de la tâche, consentit à l'assumer; plus difficile encore de rencontrer un éditeur qui voudrait entreprendre une publication aussi importante.

M. LAMOTTE,

Professeur adjoint de Physique
à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Muller (P.-Th.), *Professeur à l'Université de Nancy*. — **Lois fondamentales de l'Electrochimie**. — *Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoires* (Prix: 2 fr. 50). Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1904.

Les traités de Chimie physique sont encore très rares chez nous. M. Muller est un des premiers professeurs qui, dans ses cours et dans ses publications, a su donner une large place à cette science, qui s'impose de plus en plus aux recherches approfondies des chimistes et des physiciens.

Les *Lois fondamentales de l'Electrochimie* constituent un des chapitres les plus importants de la Chimie physique. L'auteur les a exposées en prenant comme point de départ la dissociation électrolytique et l'hypothèse des ions.

Dans ce petit livre, M. Muller a su condenser dans le minimum de pages les connaissances essentielles relatives à l'électrolyse, et l'on est tout étonné, après l'avoir lu, du grand nombre de matières qu'il contient. C'est que M. Muller possède son sujet à fond; il sait épargner au lecteur les répétitions inutiles, et tout ce qui n'est pas essentiel dans les descriptions d'appareils ou de méthode a été supprimé. Un schéma, une formule même en disent souvent assez. Il est toujours facile de diluer — l'eau ne coûte pas cher; — la réduction ou, pour rester dans les termes chimiques, la concentration est bien plus malaisée.

Les calculs sont réduits au maximum de simplicité.

Le lecteur est supposé au courant des notions élémentaires relatives aux unités électriques, à la pression osmotique, aux équilibres chimiques simples.

L'équation de Helmholtz sur le coefficient de température des piles réversibles et la loi générale de l'équilibre à température constante sont admises sans démonstration. Dans l'étude des forces électromotrices, l'auteur s'est borné presque uniquement aux phénomènes réversibles, les seuls qui soient régis par des lois relativement simples.

Nous ajouterons que ce petit livre reproduit une partie des cours faits par l'auteur à l'Institut chimique et électrotechnique de Nancy. La note si personnelle du professeur et sa science si autorisée font de cet exposé un ensemble bien homogène, que nous ne saurions trop recommander à ceux qui veulent comprendre et étudier sérieusement les phénomènes de l'Electrochimie.

L'auteur n'insiste peut-être pas assez sur l'électrolyse des sels fondus et sur la formation des peroxydes à l'anode. Ce sont là, il est vrai, des études encore peu approfondies. Nous ne doutons pas que, dans une prochaine édition, ces sujets ne soient traités avec toute l'ampleur que leur auront donnée les travaux faits sur ces matières.

AUGUSTE HOLLARD,
Chef du Laboratoire central
des usines de la Compagnie française des métaux

3° Sciences naturelles

Weisgerber (Dr F.). — Trois mois de campagne au Maroc. — 1 vol. in-8° de 240 pages (Prix : 5 fr.). Ernest Leroux, éditeur. Paris, 1905.

Le Dr Weisgerber n'est pas un inconnu pour les lecteurs de la *Revue* : il leur a déjà donné ici même un article sur le centre du Maroc d'une documentation sûre et précise. Ses *Trois mois de campagne au Maroc*, où cet article est repris, ont cette saveur et ce charme qui caractérise tous les livres réellement vécus : on sait que l'auteur est familier avec ce monde musulman au travers duquel il nous guide sans hésitation. Toujours chez lui l'épithète fait image, donne l'impression nette de la chose décrite; les termes techniques arabes y sont employés sans excès, mais avec une abondance suffisante pour donner à l'ouvrage une valeur lexicographique : et surtout ils y sont employés avec une correction et une justesse d'application qu'on rencontre bien rarement chez les auteurs d'ouvrages sur le Maroc. Le corps du livre est le récit du voyage accompli par l'auteur entre Casablanca et Merrakech avec une colonne expéditionnaire, une *mahalla*, à la tête de laquelle était le sultan lui-même. Le sultan, son entourage, les fonctionnaires du makhzen, les caïds, la vie du soldat, tout cela est ici dépeint avec une grande netteté; et, quant au pays même, lorsque nous aurons dit que l'auteur était préparé à le décrire par de nombreux voyages antérieurs et par un long séjour à Casablanca, on comprendra pourquoi ce simple récit nous donne une vision plus exacte des choses que maint ouvrage plus considérable. Sa lecture est donc une excellente préparation à l'étude des questions marocaines.

EDMOND DOUTTÉ,
Chargé de cours
à l'Ecole supérieure des Lettres d'Alger.

Lecomte (Henri), Docteur ès-sciences, Lauréat de l'Institut. — Le Coton en Egypte : Culture, préparation, exportation. — 1 vol. in-8° de 162 pages. Augustin Challamel, éditeur. Paris, 1905.

Ce volume est un rapport écrit à la suite d'une mission confiée en 1903 à l'auteur par M. le gouverneur du Sénégal.

Cette monographie reflète les préoccupations actuelles de l'industrie cotonnière française, désireuse de s'assurer une production cotonnière importante sur le sol de nos colonies, en particulier dans l'Afrique occidentale. M. Lecomte nous met en face de l'essor sans

cesse accru, de l'épanouissement de ce qu'on pourrait appeler l'épopée du coton : Augmentation, en cinq ans (1898-1903), de 14 % du nombre des broches qui, en France, travaillent le coton; augmentation de 50 % en Italie, de 9 % en Allemagne, de 19 % en Autriche, de 38 % en Espagne, augmentation qui est aussi, depuis dix ans, de 42 % aux Etats-Unis et dans l'Inde.

Actuellement 40 % des récoltes cotonnières de l'Union américaine sont travaillées sur place; la production de coton manufacturé s'y est accrue de 60 % depuis 1892, et les exportations de tissus de coton se sont majorées de 146 % dans les huit dernières années. M. Lecomte expose ainsi dans une intéressante entrée en matière la situation menacée et les conditions économiques nouvelles de l'industrie et du commerce des tissus de coton en Europe. Ce préambule justifie la tâche urgente, et déjà bien connue, de l'Association cotonnière coloniale française. Celle-ci ne peut mieux faire, pour ses essais, que de s'appuyer sur l'expérience acquise en Egypte, dans une région florale et climatologique voisine de celle de l'Afrique occidentale, toutes deux placées aux confins de la même région saharienne.

La mission, et le livre de l'auteur, résultat d'une observation attentive, pourront certainement rendre des services au Sénégal et au Soudan. Analyses des sols, chutes de pluies, températures moyennes et extrêmes, variétés et hybrides du cotonnier cultivés en Egypte sont passés en revue par l'auteur : La variété *Achmouni* (*Gossypium barbadense* v. *aegyptiacum*), cultivée surtout dans la Haute Egypte, résiste mieux que les autres à la chaleur et à la privation d'eau. Elle semble donc indiquée comme utile pour le Sénégal sur les sols peu irrigués. La variété *Mit alifi*, à grands rendements, de cueillette et égrenage faciles, de couleur beurrée, se recommande aussi à d'autres titres. Enfin la variété *Janovitch*, le plus long coton égyptien (35 millimètres), et le plus fin, montre ce qu'on peut espérer, viser et obtenir par une sélection raisonnée.

De nombreuses photographies originales illustrent tout l'ouvrage.

Les diverses opérations de la culture, assolements, préparation des terres et des billons, semailles, espacements, choix et quantités de graines semées, binages, arrosages, influence des engrais et des fumures, prix de revient, sont donnés avec précision.

Puis nous voyons passer en revue la cueillette, les installations d'usines pour l'égrenage, la production et l'exportation égyptiennes.

Nous avons apprécié particulièrement le chapitre relatif aux irrigations qui sont utilisées, contre redevances, par les cultivateurs de cotonniers. On peut espérer que certaines régions de l'Afrique occidentale française pourront bénéficier, elles aussi, de grands travaux d'irrigation. Ce sont des améliorations foncières qui exigent des capitaux considérables, il est vrai, mais qui sont d'un rendement certain et rémunérateur.

Les entreprises analogues, qui existent dans le Midi de la France, ont donné de bons résultats pour d'autres cultures, et l'on peut souhaiter que les Pouvoirs publics prennent à leur charge ces installations, qui sont du domaine des travaux d'intérêt général au même titre que les voies ferrées. Combien de fois n'a-t-on pas rappelé les grands travaux d'adduction et de distribution d'eau dont la conquête romaine a laissé la trace sur le sol de l'Afrique du Nord? Les mêmes devoirs nous incombent; nos connaissances scientifiques et notre outillage le plus perfectionné doivent être mis au service des plantations agricoles en Afrique occidentale. Quel beau résultat pour notre Administration coloniale, et pour l'initiative privée, si, dans quinze ans, un grand centre de production cotonnière était définitivement florissant dans notre colonie du Soudan!

EDMOND GAIN,
Directeur des Etudes agronomiques et coloniales,
Professeur-adjoint à l'Université de Nancy.

Anglas (J.), *Docteur ès sciences, préparateur de Zoologie à la Sorbonne.* — **Les Animaux de laboratoire : l'Écrevisse (Anatomie et dissection).** — 1 vol. gr. in-8°, avec planches (Prix : 3 fr. 50). *Schleicher frères, éditeurs. Paris, 1905.*

Sous ce titre : *Les Animaux de laboratoire*, M. Anglas publie une série de petites monographies destinées à servir de guide pour les dissections habituelles des étudiants en sciences naturelles et en médecine; nous avons rendu compte ici même¹ de la première de ces monographies (La Grenouille). Le texte qui précède les planches donne des notions suffisantes sur la place de l'Écrevisse dans la classification, sur la morphologie externe et, enfin, sur les organes internes, notions empruntées pour la plupart au livre bien connu de Huxley, et accompagnées par des renseignements pratiques sur la marche à suivre au cours de la dissection.

L. CUÉNOT,

Professeur de Zoologie à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Triboulet (H.), *Médecin des Hôpitaux*, **Mathieu (F.)**, *Médecin de l'Assistance à domicile*, et **Mignot (R.)**, *Médecin des Asiles publics d'aliénés.* — **Traité de l'Alcoolisme**, avec préface de M. le Dr Joffroy, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris. — 1 vol. in-8° de 480 pages (Prix : 6 fr.). *Masson et Co, éditeurs. Paris, 1905.*

La multiplicité des problèmes soulevés, à des points de vue différents, par cette question de l'alcoolisme nécessitait, pour la mise en œuvre, la collaboration de compétences diverses; elle a été fort heureusement réalisée par MM. Triboulet, Mathieu et Mignot.

Les boissons fermentées et distillées, les liqueurs, les apéritifs, sont successivement étudiés par le Dr Mathieu dans leur fabrication, leur composition, leur teneur en alcool et leur production dans les divers pays.

Le second chapitre est consacré à la toxicologie des alcools, des aromes et des boissons en général. C'est une revue critique fort claire, par le Dr Mathieu, des recherches toxicologiques; les travaux du Professeur Joffroy, par suite de leur rigueur scientifique et de leur importance, sont rapportés en détail. L'auteur admet que ce qui donne aux boissons alcooliques la plus grande partie ou, pour mieux dire, la presque totalité de leur toxicité, c'est l'alcool éthylique, car, s'il est le moins toxique des composants, il les dépasse de beaucoup en quantité.

Les pages qui suivent, dues au Dr Triboulet, traitent de la physiologie de l'alcool; sont étudiées successivement, l'action générale sur les tissus vivants, les conditions qui font varier l'activité du toxique, l'action sur les organes et leur fonction. L'auteur conclut que l'alcool à dose tant soit peu nuisible se comporte comme un stimulant hypothétique, dont l'action définitive est de ralentir les grandes fonctions de l'organisme, par action directe ou par l'intermédiaire du système nerveux.

Les altérations anatomiques des divers organes, consécutives à l'intoxication, sont décrites par le Dr Triboulet dans le chapitre quatrième.

L'étude clinique de l'alcoolisme débute par une description de l'ivresse, de ses formes habituelles et de ses variétés pathologiques (Triboulet et Mignot); elle se poursuit par l'exposé des degrés cliniques de l'intoxication chronique, de l'état de santé et de nutrition générale du buveur, de la pathologie des organes atteints au cours de la maladie. Un paragraphe important traite de l'influence de l'alcoolisation sur le développement des maladies infectieuses ou diathésiques, en particulier de la tuberculose. Ce chapitre V se termine par la description des modalités cliniques sous lesquelles se présente l'intoxication chronique par suite de l'âge, du sexe, de la grossesse, de l'hérédité.

La psychopathologie de l'alcoolisme a été traitée par le Dr Mignot, qui s'est efforcé de distinguer les troubles mentaux relevant directement de l'intoxication de ceux qui lui sont simplement juxtaposés. Les auteurs ont eu généralement tendance à exagérer la valeur de l'alcoolisme dans la genèse des troubles psychiques et de la criminalité; si l'intoxication chronique se rencontre avec une fréquence marquée dans les antécédents des aliénés, cela tient à ce que l'intempérance, comme la folie et la criminalité, ne sont souvent que trois manifestations différentes, mais voisines, d'un même état de défectuosité psychique congénitale. Chez des prédisposés, l'alcoolisme peut tenir lieu de cause provocatrice; il ne joue le rôle de cause efficiente que pour des espèces nosologiques en somme peu nombreuses. Celles-ci, en particulier le délire toxi-alcoolique, sont étudiées en détail.

Le traitement médicamenteux de l'alcoolisme est exposé par le Dr Triboulet, et l'assistance par le Dr Mignot. Pour réaliser d'une manière efficace la cure et l'hospitalisation des buveurs, il importe de les classer, suivant les catégories auxquelles ils appartiennent, dans des établissements spéciaux et distincts: les alcooliques curables devraient être soignés dans des hôpitaux organisés selon des règles maintenant bien définies; les buveurs devenus aliénés trouveraient leur place dans les asiles actuels; quant aux alcooliques incurables, ils seraient internés dans des asiles de sûreté avec les amoraux et les délinquants à responsabilité partielle, qui, à l'heure présente, sont jugés comme trop déséquilibrés pour être justiciables de la prison et trop conscients pour être séquestrés dans les asiles.

Afin de rendre possibles de telles mesures d'assistance et de traitement, il conviendrait de remédier à l'absence actuelle de dispositions légales relatives aux alcooliques, par la promulgation d'une loi analogue à celle qui est en vigueur dans le canton de Saint-Gall.

Dans le chapitre VIII, le Dr Mignot résume les questions médico-légales qui peuvent être soulevées tant au civil qu'au criminel au cours de l'alcoolisme.

Le Traité de l'alcoolisme se termine par deux chapitres dus au Dr Mathieu, dans lesquels il expose la démographie de la consommation de l'alcool et les moyens employés dans la lutte contre l'alcoolisme.

Les conclusions des auteurs du traité esquissent un système de prophylaxie basé sur l'intervention légale et administrative, mais où l'initiative privée n'en joue pas moins le rôle actif qui lui revient.

Le nombre des travaux relatifs à l'alcoolisme est actuellement considérable, mais il manquait un ouvrage synthétisant les données définitivement acquises, tout en restant suffisamment documenté. Le *Traité de l'alcoolisme* de MM. Triboulet, F. Mathieu et R. Mignot, le seul de son genre en France et à l'étranger, comble donc une lacune et sera consulté avec profit par les médecins, les sociologues, les économistes et tous ceux qui doivent s'intéresser au redoutable fléau.

Il importe de faire remarquer que, seul des ouvrages médicaux traitant de l'alcoolisme, il est intégralement scientifique. Tous les autres manquent d'impassibilité, tombent trop souvent dans le sentiment et la polémique. En outre, la division du travail, comme elle a été comprise, permettait seule d'épuiser un sujet dont la bibliographie comporte 15.000 titres et qui rayonne sur les sciences physiques, la biologie générale, la pathologie, la sociologie, le droit, la médecine légale. En résumé, le *Traité de l'alcoolisme* est une œuvre remarquable, qui fait grand honneur à ceux qui ont eu le courage d'entreprendre une tâche aussi considérable et le mérite de la poursuivre avec une rare originalité. Il n'est que juste de louer la hauteur de vues et l'esprit philosophique des chapitres dus à M. Triboulet, la rigoureuse précision et la stricte probité de la partie traitée par M. Mathieu, enfin les qualités très grandes du travail de M. Mignot, sa méthode, sa clarté, sa nouveauté.

Dr PAUL SÉRIEUX,

Médecin en chef des Asiles d'aliénés de la Seine.

¹ *Revue gén. des Sc.*, t. XV, 30 mai 1904, p. 515.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

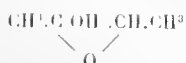
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Mai 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. R. de Montessus de Ballore présente ses recherches sur les fractions continues algébriques de Laguerre. — M. S. Bernstein étudie les équations aux dérivées partielles du type elliptique et généralise une proposition relative aux fonctions harmoniques découverte par M. Schwartz. — M. M. Krause communique ses recherches sur l'interpolation des fonctions continues par des polynômes. — M. G. Marié montre que les perturbations dues à la force d'inertie des pièces oscillantes des locomotives ne donneraient lieu qu'à une oscillation minime si elles n'agissaient qu'une fois, mais qu'elles peuvent occasionner des oscillations successives augmentant jusqu'à une limite plus ou moins élevée suivant l'intensité des frottements qui les amortissent. L'amplitude maxima de ces oscillations augmente avec la vitesse, contrairement à ce qu'on croit habituellement. — M. E. Guyou signale des essais de transmission directe de l'heure par le téléphone; le bruit des battements de la pendule est perçu directement par le destinataire grâce à un microphone spécial introduit dans la boîte de l'instrument; l'expéditeur se borne à numérotter à la voix deux ou trois battements et le destinataire continue à compter à l'oreille. De Brest, un contre-torpilleur a pu ainsi régler ses chronomètres sur la pendule de l'Observatoire de Paris.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Guébard étudie les causes probables de l'irradiation tangentielle en photographie. — M. J. Duclaux a déterminé la conductibilité vraie des solutions colloïdales par différence, en mesurant la conductibilité de la solution renfermant le colloïde et des traces de cristalloïdes, puis celle de la solution débarrassée du colloïde par filtration sur collodion. Il résulte des mesures que la conductibilité des solutions colloïdales, quoique faible, n'est nullement négligeable. — M. Alb. Colson a constaté que le sulfate chromique vert $\text{Cr}^2(\text{SO}^4)_3 \cdot 8\text{H}^2\text{O}$, dont la constitution est dissymétrique, réagit sur le chlorure de baryum avec une vitesse discontinue, qui montre l'existence de deux radicaux SO^4 dissimulés. — M. H. Abraham : Fabrication électrolytique de fils métalliques très fins (voir p. 584). — M. L. Vignon a reconnu que la présence du phosphore blanc libre dans le sulfure de phosphore industriel ne peut pas être caractérisée par la méthode de Mitscherlich, mais qu'elle est facilement mise en évidence par l'action d'un courant d'hydrogène, qui devient alors phosphorescent. — M. P. Lebeau a observé que le propane pur bout à $-44^{\circ},5$ et est encore liquide à -193° . Sa température critique est $97^{\circ},5$ et sa pression critique de 45 atm. — M. A. Kling a constaté que, de même que l'acétol et le propionylearbinol, le méthylacétol existe dans ses solutions aqueuses sous une forme oxydique :



tautomère de la forme cétonique $\text{CH}^3\text{CO}\text{CH}(\text{OH})\text{CH}^3$. Le méthylacétol anhydre paraît, d'ailleurs, être un mélange des deux formes tautomères. — M. Tiffeneau a préparé l'oxyde de méthoéthénylbenzène par action de KOH à l'ébullition ou de Na métallique sur la chlorhydrine du méthoéthénylbenzène. Il bout à $84^{\circ}-86^{\circ}$ sous 45 millimètres; par distillation, il se transforme complètement en aldéhyde hydratropique. — MM. A. Guyot et J. Catel : Synthèses dans la série anthracénique; con-

densation des dérivés du benzodihydrofurfurane (voir p. 537). — MM. A. Haller et A. Couréménos ont constaté que, vis-à-vis des éthers-sels halogénés, le camphre cyanosodé se comporte comme une molécule énolique et donne naissance à des éthers complexes, qui se laissent saponifier par KOH alcoolique pour fournir les acides correspondants. Le camphre cyanosodé, molécule active, en se combinant à un éther halogéné asymétrique et inactif par compensation, permet de le résoudre en ses deux composants. — M. E. Léger, par l'action de Na^2O^2 sur l'aloïne de l'aloès du Natal, a obtenu une méthylnataloémodine, qui est l'éther méthylique d'une trioxyméthylantraquinone, $(\text{OH}\text{C}^6\text{H}^3(\text{CO})^2\text{C}^6\text{H}(\text{OH})(\text{OCH}^3)\text{CH}^3)$; aiguilles rouge orangé, F. 293° . Par saponification avec HCl en tube scellé, on obtient la nataloémodine $(\text{OH}\text{C}^6\text{H}^3(\text{CO})^2\text{C}^6\text{H}(\text{OH})^2\text{CH}^3)$, F. $214^{\circ},5$. — MM. R. Duchemin et J. Dourlien ont observé que l'alcool, à la température ordinaire, est susceptible de s'oxyder lentement au contact de l'air jusqu'à l'apparition d'acide acétique; cette acidité est sujette à des variations dans des limites de temps assez restreintes.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Mayet a reproduit expérimentalement chez le chien le cancer de l'homme, par injection de macération du tissu d'un myome utérin. — M. H. Carré signale l'épanchement péri-cardique comme lésion caractéristique de la maladie des jeunes chiens; par contre, l'éruption cutanée de vésiculo-pustules, quoique fréquente dans cette maladie, n'est pas spécifique, étant due à un microcoque banal. — M. A. Desgrez et M^{lle} B. Guende ont constaté que le coefficient de déminéralisation augmente chez les animaux en état de dyscrasie acide. — M. A. Malacquin montre que la schizogénèse ou reproduction asexuelle des Salmacines et des Filogranes est reliée étroitement à la reproduction sexuelle par les phénomènes histogéniques qui l'accompagnent, puisque le matériel de la prolifération est homologue au matériel sexuel lui-même. — MM. M. Caullery et F. Mesnil décrivent les phénomènes de sexualité dans le développement des Actinomyxidies; ils témoignent d'une différenciation déjà très élevée. — MM. L. Mangin et P. Viala ont trouvé, sur les racines de la vigne atteinte de phthiariose ou d'autres maladies, un champignon qu'ils nomment *Stearophora radicialis*; il représente vraisemblablement un type primitif d'Ascomycètes à ascques dissociées. — MM. A. Charrin et Le Play ont inoculé à divers animaux le champignon précédent. Il se montre nettement pathogène et provoque une série de désordres, tels que : pseudo-tumeurs mélaniques, anémie, altérations du squelette. — M. J. Arthaud-Berthet a étudié le rôle de l'*Oidium lactis* dans la maturation de la crème et des fromages. — M. A. Chevalier décrit les diverses espèces de caféiers sauvages de la Guinée française. Le plus connu est le *Coffea stenophylla*, donnant un produit d'un goût et d'un arôme exquis. Une deuxième espèce est nouvelle; l'auteur la nomme *C. Maclaudi*, et le café qu'elle donne paraît excellent. — M. Deprat a observé la présence de noumète en très petits fragments dans l'Éocène de la Nouvelle-Calédonie. C'est un argument en faveur de l'âge anté-tertiaire d'une partie au moins des péridotites et gabros néo-calédoniens dont elle provient. — MM. M. Luzeon et E. Argand, en allant de la Dent Blanche vers les massifs tessinois, établissent l'existence de sept nappes de recouvrement superposées.

Séance du 5 Juin 1903.

L'Académie présente à M. le Ministre du Commerce la liste suivante de candidats à la Chaire de Chaux,

ciments, céramique et verrerie du Conservatoire des Arts et Métiers : 1° M. A. Verneuil; 2° M. E. Damour; 3° M. A. Granger; et à la Chaire de Matières colorantes : 4° M. Rosenstiehl; 2° M. M. Prud'homme; 3° M. P. Lemoult.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Demoulin constitue, en Géométrie anallagmatique, une théorie analogue à celle du trièdre mobile en Géométrie euclidienne et à celle du tétraèdre mobile en Géométrie cayleyenne. — M. Léger a poursuivi les expériences d'enlèvement avec son hélicoptère; il parvient à soulever 100 kilos de poids mort avec une force d'environ 12 chevaux. — M. H. Bellet indique un nouveau mode d'application du tube Pitot-Darcy à la mesure de la vitesse des conduites d'eau sous pression.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Poincaré a repris les essais de Lorentz pour mettre en concordance son hypothèse d'une contraction de tous les corps dans le sens du mouvement terrestre avec le postulat de l'impossibilité complète de la détermination du mouvement absolu. Il est amené à supposer que l'électron, déformable et compressible, est soumis à une sorte de pression constante extérieure dont le travail est proportionnel aux variations du volume. — M. G. Lippmann, en imbibant des photographies en couleurs sur pellicule bichromatée d'une solution d'iodure de potassium, puis d'une dissolution de nitrate d'argent, a vu les couleurs devenir extrêmement brillantes; en outre, les couleurs vues par transparence sont changées en leurs complémentaires et les négatifs ainsi obtenus sont brillants. — Le R. P. Colin communique ses observations magnétiques faites à Tananarive de mai 1904 à avril 1905 : la déclinaison a diminué de $7^{\circ}32'$; l'inclinaison a augmenté de $1^{\circ}15'$; la composante horizontale a diminué de 0,000.28. — M. H. Hergesell décrit les ascensions de ballons-sondes effectuées au-dessus de la mer par le Prince de Monaco en avril 1905. On emploie un système de deux ballons, dont l'un doit éclater ou se détacher à une certaine hauteur, tandis que l'autre, plus petit, qui commence à tomber après la chute du premier ballon, sert de parachute à l'instrument. — M. P. Weiss a reconnu que, dans la direction de facile aimantation de la pyrrhotine, l'intensité d'aimantation atteint la saturation dès les champs les plus faibles et la conserve jusqu'aux champs les plus élevés. — MM. A. Jaquerod et F.-L. Perrot ont déterminé la dilatation de divers gaz de 0° à 1.067° , $\frac{1}{2}$, point de fusion de l'or, puis leur densité et leur poids moléculaire à cette dernière température. Ils ont trouvé : O, 32; Az, 28,0155; CO, 28,009; CO₂, 43,992. Pour l'azote, la valeur obtenue correspond au poids atomique 14,008; pour CO₂, il y a une légère dissociation, inférieure à $\frac{1}{5},000$. — M. J. Duclaux, par une méthode analogue à celle qu'il a employée pour la conductibilité, a mis en évidence l'existence d'une pression osmotique notable, pouvant dépasser 1 mètre d'eau, dans les solutions colloïdales. — M. M. Berthelot critique la méthode de combustion progressive par un courant d'oxygène, employée par M. Thomsen pour la détermination des chaleurs de combustion, et montre la supériorité de la méthode de la bombe calorimétrique. — MM. H. Moissan et Martinsen ont préparé avec facilité le chlorure de thorium Th Cl⁴ et le bromure Th. Br⁴ par l'action du chlore ou du brome sur la fonte de thorium. Mais ces deux composés, fondus ou en vapeurs, attaquent le verre et la porcelaine avec facilité, ce qui rend difficile leur obtention dans un grand état de pureté. — M. H. Pécheux a constaté que les alliages Sn-Al, Bi-Al et Mg-Al décomposent l'eau distillée avec production d'hydrogène et oxydation de l'aluminium. — M. E. Rengade, en oxydant rapidement par l'oxygène le césium-ammonium dissous dans un excès d'ammoniac, a obtenu les oxydes Cs²O² blanc rosé, Cs²O¹ jaune et un oxyde intermédiaire Cs²O³ brun foncé, tous trois cristallisés. Dans l'oxydation lente, le métal-ammonium réagit sur le bioxyde formé en donnant de l'amidure et de l'hydrate de protoxyde. — MM. R.

Fosse et A. Robyn, en copulant le bromure de dinaphtopyryle avec la résorcine et le pyrogallol, ont obtenu un diphenol dipyrylé et un triphenol tripyrylé, insolubles dans les alcalis aqueux, solubles dans les alcalis alcooliques. — M. E. P. Alvarez décrit une nouvelle réaction caractéristique de l'aconitine; elle consiste dans la production d'une couleur verte très intense après traitement successif par le brome, l'acide nitrique, la potasse alcoolique et le sulfate de cuivre. — MM. A. Fernbach et J. Wolf ont trouvé dans l'amidon de pois l'exemple d'un amidon naturel présentant les mêmes caractères que l'amidon coagulé produit artificiellement en partant de la fécule de pomme de terre. — MM. J. Ville et Derrien ont préparé à l'état cristallisé la méthémoglobine fluorée, dont l'existence est contestée par MM. Piettre et Vila. Ses cristaux sont caractérisés par leur spectre et leur dichroïsme. — M. N.-A. Barbieri montre que le protogon extrait par Liebreich du tissu nerveux est, en réalité, un mélange de cérébrine et d'acide cérébrique de Frémy.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. L. Lapique a étudié les Kader et les Moudower, tribus négroïdes de l'Indoustan; elles sont toutes dolichocephales; ce sont d'anciennes tribus de la plaine, réfugiées dans la montagne pour échapper à leurs ennemis. — M. A. Polack a constaté que le phénomène du contraste simultané des couleurs apparaît même avec des éclairs lumineux de 0,1, ce qui élimine complètement les images accidentelles par mouvement de l'œil. — M. J. Tribot a reconnu que, chez le cobaye, la teneur en matières grasses des divers tissus passe par un maximum atteint vers le cent quatre-vingtième jour pour le tissu musculaire et le cent vingtième jour pour le tissu nerveux. La teneur en matières albuminoïdes passe par un minimum aux mêmes époques. — M. J. Bergonié signale une nouvelle méthode de protection contre les rayons X qui consiste à placer tout l'entourage du malade au-dessus du plan horizontal prolongeant l'anticathode, partie indemne de rayons X, et, au-dessous de ce plan, le malade seul. — MM. A. Laveran et Vallée rapportent une expérience dans laquelle des larves de *Rhipicephalus decoloratus*, provenant d'une tique nourrie sur un bovidé infecté de spirillose, ont transmis cette maladie à un bovidé sain. — M. P. Vuillemin propose de changer le nom de *Spirochaete pallida* donné par Schaudinn à l'agent présumé de la syphilis, et qui ne saurait convenir à cet organisme, par celui de *Spyrouema pallidum*. — M. Ch. Gravier décrit un Polychète d'eau douce, trouvé par M. Seurat dans une pièce d'eau stagnante des îles Gambier, le *Perinereis Seurati*. Il paraît dérivé d'une forme marine adaptée progressivement à l'eau douce. — M. Leclerc du Sablon, par des expériences de décoloration annulaire, a mis en évidence les échanges de réserves qui ont lieu entre la tige et la racine; à la fin de l'hiver et au commencement du printemps, ils vont de la racine vers la tige, et de mai à octobre en sens inverse. — MM. A. Delage et H. Lagatu ont étudié la décomposition des minéraux de la terre arable par l'observation de celle-ci en plaques minces. — M. F. Laur annonce que le sondage d'Alton (Lorraine) a rencontré une seconde couche de houille et qu'il s'est dégagé, en même temps, du grisou à l'orifice du trou de sonde. — M. Ch. Depéret fait un exposé critique des méthodes employées pour établir la filiation des êtres fossiles. La méthode qui repose sur la considération des adaptations fonctionnelles lui paraît présenter de graves dangers, parce qu'elle entraîne à confondre l'évolution réelle d'un groupe d'animaux fossiles avec ce qui n'est effective-ment que l'évolution fonctionnelle d'un organe.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Mai 1905.

M. N. Gréhant est élu membre titulaire dans la Section d'Anatomie et Physiologie.

M. A. Manouvriez montre que l'infiltration des

eaux salées (2 %) provenant de poches souterraines peut rendre les mines de houille réfractaires à l'infestation par les larves d'ankylostome. Dans douze fosses de la Compagnie d'Anzin où ces infiltrations existent, on n'a jamais constaté l'ankylostomiase chez les mineurs. — MM. A. Poncet et R. Leriche caractérisent, sous le nom de tuberculose inflammatoire, une nouvelle forme de tuberculose, due à une variété de lésions toxiniennes, d'origine bacillaire, capables d'engendrer un peu partout des infiltrations inflammatoires et des scléroses localisées ou diffuses.

Séance du 6 Juin 1905.

MM. Yersin (de Nha-Trang) et E. Wertheimer (de Lille) sont élus correspondants nationaux dans la Division de Médecine.

M. P. Reynier présente un Rapport sur un travail du Dr Brunswic Le Bihan relatif à l'assistance médicale aux indigènes en Tunisie et l'hôpital Sadiki. L'auteur a installé à Nabeul un petit hôpital, avec le concours financier de l'Administration des Habous. En 1904, 23.000 consultations externes ont été données, 22.000 malades hospitalisés et 660 opérés. — M. Chauvel lit le Rapport sur le concours pour le Prix Meynot. — M. Vaillard expose le grand intérêt qu'il y aurait à ce que la loi sur la déclaration obligatoire des maladies contagieuses fût partout obéie au point de vue de la prophylaxie de ces maladies dans l'armée. La déclaration d'une maladie contagieuse permettrait de supprimer les permissions pour les localités infectées, et d'éviter ainsi la transmission de certaines épidémies à la caserne. — M. Sevestre présente une petite malade de sept ans atteinte d'achondroplasie, et dont le père est également atteint de ce vice de conformation. — M. Fabre lit une note sur le traitement des infections puerpérales à streptocoque par les injections intra-utérines à l'essence de térébenthine et les injections sous-cutanées de sérum térébenthiné.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Mai 1905.

M. P. Salmon a constaté la présence du *Spirochaete pallida* chez un enfant atteint de syphilis héréditaire. — M. A.-M. Bloch présente un malade porteur d'une plaie ancienne traitée par l'exposition à la lumière du jour; la cicatrisation est à peu près complète après dix-sept jours de traitement. — M. Thiroux a découvert chez la souris domestique, au Sénégal, un Trypanosome nouveau, auquel il donne le nom de *Tr. Duttoni*. — M. A. Frouin a constaté que l'injection ou l'ingestion de suc gastrique détermine une augmentation de la sécrétion stomacale; il ne s'agit pas d'une action directe, ni d'une action due aux ferments. — MM. M. Caullery et F. Mesnil: Phénomènes de sexualité dans le développement des Actinomyxidies (voir p. 380). — M. H. Stasano a reconnu que les oxydations de nature chimique ou diastasique sont accélérées par une faible quantité d'un sel de mercure, et retardées ou empêchées par une quantité plus grande. — MM. Remlinger et O. Nouri ont observé que le virus vaccinal traverse la bougie Berkefeld V en conservant sa virulence. — M. A. Rodet montre que le bouillon de culture des bacilles d'Eberth est faiblement toxique, ce qui prouve l'existence d'une exo-toxine de ce bacille. — M. P. Abric a constaté que les mouvements des tentacules de l'Escargot ont moins comme déterminants directs des organes extérieurs à eux que la musculature propre du doigt de gant tégumentaire qui les forme et du tégument général céphalique. — MM. A. Gilbert et M. Herscher signalent l'existence d'une cholémie physiologique: la quantité de bilirubine contenue dans le sang normal est de 2,7 centigrammes par litre de sérum. — M. H. Bierry et M^{me} Z. Gatin-Gruzewska ont observé que l'injection d'adrénaline pure produit une glycosurie et une hyperglycémie notables; la glycosurie paraît être en relation avec le pancréas. —

M. E. Fauré-Frémiet a observé, chez le *Cochliopodium pellucidum*, des grains fuchsinophiles, comparables à des grains de sécrétion, dans la formation desquels le noyau joue un rôle.

Séance du 3 Juin 1905.

M. H. Vincent a entrepris des expériences sur le passage du virus vaccinal à travers les filtres et n'a pas encore obtenu de résultat nettement positif. — Le même auteur montre que la détermination qualitative et quantitative des microbes anaérobies dans l'analyse des eaux de boisson a une grande importance, étant donnée la relation étroite qui existe entre le degré d'adulteration et la proportion de ces organismes. — M. B. Teissier présente un nouvel urcomètre utilisant la réaction des hybromites sur l'urée. — M. A. Desgrez et M^{me} B. Guende: Variations du coefficient de déminéralisation dans la dyscrasie acide (voir p. 580). — M. Dehon a constaté que le petit chat en inanition se comporte, habituellement, au point de vue de la désintégration protéique, comme un animal adulte, maigre, sans réserve azotée et sans réserve de graisse. — MM. H. Guillemard et P. Vranceano décrivent une méthode permettant de mesurer la toxicité des alcaloïdes urinaires, par séparation de ces derniers au moyen de l'acide silicotungstique. A l'état physiologique, la toxicité alcaloïdique entre pour 18 à 25 %, dans la toxicité globale de l'urine. — M. Th. Bondouy a constaté l'existence, dans le *Lathraea squamaria*, d'un ferment soluble analogue, sinon identique, à l'émulsine. — MM. A. Gilbert et P. Lereboullet ont reconnu que, dans la cholémie simple familiale, la teneur du sang en bilirubine est de 59 milligrammes par litre de sérum sanguin. — M. G. Seillière a trouvé, dans le tube digestif de certaines larves xylophages de Coléoptères, une diastase hydrolysant le xylane et qu'il nomme *xylanase*. — MM. F. Curtin et Gellé présentent leurs recherches sur la sclérose amorphe disséminée du pancréas et signalent la fréquence des formes de transition des îlots de Langerhans dans certaines lésions du pancréas diabétique. — M. L. Blaringham, étudiant l'action des traumatismes sur les plantes ligneuses, a observé la présence fréquente de fascies herbacées et ligneuses au milieu des jeunes pousses. — M. E. Maurel montre que c'est le zéro physiologique qui règle la température du lit, qui reste sensiblement constante quelle que soit la température de l'appartement. — M. L. Lapique: Recherches sur l'éthnogénie des Dravidiens (voir p. 381). — M^{me} Ch. Philoche a reconnu l'existence de deux périodes dans l'action de l'amylase du malt sur l'amidon soluble.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 16 Mai 1905.

M. A. Weber montre que l'étude des variations de la région ptérygoïde du crâne humain se ramène à celle des variations d'importance et de direction du muscle ptérygoïdien interne. — M. R. Dupond a reconnu que le bacille du charbon est doué de mouvements lents et flexueux, qui disparaissent à 50-60°. — M. L. Mercier a observé des phénomènes de phagocytose très nets dans des sacs lymphatiques dorsaux de Grenouille adulte où l'on avait introduit des fragments de queues de têtards. — M. L. Cuénot présente une sole dont les deux faces sont colorées, anomalie qui semble prouver que la coloration habituelle de la face inférieure est due à une autre cause que la moindre quantité de lumière reçue. — M. P. Bouin arrive à la conclusion que les deux dénominations d'ergastoplasme et de mitochondries servent à désigner des formations identiques. — M. de Drouin de Bouville déduit de ses études sur la reproduction chez l'écrevisse que, pour peupler une rivière ou une pièce d'eau, il faut y déposer trois femelles pour un mâle, y introduire les écrevisses avant le 15 octobre et choisir des sujets mâles de taille un peu supérieure à celle des femelles.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 16 Mai 1903.

M. Boinet signale le cas d'une vieille femme dont le poumon droit offrait deux lobes moyens et un lobe azygos et dont le poumon gauche était sillonné par une série de scissures. Les anomalies dans le nombre des lobes des poumons peuvent être interprétées en partie par les idées d'Aéby et d'Hardivillier sur l'homologation des lobes pulmonaires. — M. A. Billet a observé, dans la dysenterie amibienne de Cochinchine, une éosinophilie à la fois intestinale et hémattique caractéristique, qui peut atteindre le taux de 12 à 25 % et même au delà. — M. L. Bordas a étudié la morphologie et la structure des glandes mandibulaires des larves d'*Arctiidae*. — MM. Ch. Livon et A. Briot ont constaté que le suc salivaire des Céphalopodes n'agit pas sur le système musculaire, mais qu'il est un poison pour le système nerveux des Crustacés. — M. Boy-Teissier a reconnu que l'adrénaline peut être employée dans les crises cardiaques avec cyanose et hypotension en injection sous la peau de l'abdomen à la dose de 1/2 mgr; elle élève la tension générale et soulage le cœur.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 Juin 1903.

M. Abraham a utilisé la vitesse limite atteinte par un entonnoir pesant tombant dans un seau rempli d'eau pour produire le mouvement uniforme du chariot qui porte la plaque de verre ou le papier enfumé. MM. A. Dufour et J. Lemoine réalisent quelques-unes des expériences auxquelles se prête l'appareil : 1° Etude du mouvement uniforme; inscription du mouvement d'un diapason; 2° Etude de la résistance des fluides au mouvement; 3° Inscription du mouvement d'un pendule libre, amorti par frottement solide, amorti par résistance fluide; 4° Relation entre la durée de l'oscillation d'une lame et son moment d'inertie. L'appareil se prête, d'ailleurs, à toutes les inscriptions que l'on a l'occasion de faire dans les laboratoires de Physique ou de Physiologie. Il peut être construit économiquement, tout en gardant une précision suffisante pour la vérification de certains théorèmes de la Mécanique. — M. Eugène Bloch a établi antérieurement¹ l'existence

de *gros ions* (mobilité de $\frac{1}{100}$ de millimètre) dans l'air qui a passé sur le phosphore et dans divers gaz préparés par voie chimique. M. Langevin² a trouvé des ions analogues dans l'air atmosphérique ordinaire. La Communication actuelle a pour but de montrer l'existence de gros ions dans les gaz issus d'une flamme. Ce fait était, d'ailleurs, rendu vraisemblable par les recherches déjà anciennes de M. Mac Clelland (1898). La méthode employée a consisté à envoyer les gaz issus d'une petite flamme, et complètement refroidis, à travers un condensateur cylindrique chargé. La conductibilité qu'ils y provoquent permet de construire, avec un électromètre sensible, la courbe dite de *saturation*. Celle-ci, si l'on connaît le débit du gaz et les dimensions géométriques de l'appareil, permet très simplement de savoir : 1° Si l'on a affaire à des mobilités bien définies; 2° Quelle est leur valeur approximative. Les résultats obtenus ont été les suivants : A mesure que les gaz s'éloignent de la flamme, la mobilité des ions qu'ils contiennent diminue, en même temps qu'elle devient moins bien définie. Cette diminution est sans doute due à une agglomération matérielle croissante qui se forme autour du centre chargé. Cette agglomération ne prend finalement un état stable qu'au bout

de quinze à vingt minutes, et la mobilité correspondante, de l'ordre de $\frac{1}{100}$ de millimètre, est bien celle qui est

caractéristique des gros ions. L'absence d'intermédiaires *stables* entre gros et petits ions est ainsi confirmée, mais avec cette correction que la formation des gros ions peut être fort lente. M. P. Langevin profite de l'occasion qui lui est offerte par la communication de M. Bloch pour signaler quelques résultats expérimentaux qui démontrent la production d'ions de faible mobilité par les aigrettes; *de gros ions sont produits par l'aigrette dans l'air filtré sur du coton*, plus facilement par la positive que par la négative. Leurs mobilités, mesurées immédiatement après leur formation, s'échelonnent depuis quelques millimètres jusque bien au-dessous de $\frac{1}{100}$ de millimètre. Ils sont donc de

grosseurs très différentes et probablement constitués par des particules métalliques arrachées à la pointe. — M. C. de Watteville expose les recherches de M. Hemsalech relatives à la constitution de l'étincelle électrique. Au début de ses expériences, M. Hemsalech employait, pour enregistrer le phénomène, une pellicule photographique fixée sur une roue à laquelle on donnait un rapide mouvement de rotation. Cette méthode, dont le principe est dû au Professeur Dixon, est applicable lorsque la lumière émise par une seule étincelle est suffisante pour impressionner la pellicule. La roue faisant 120 tours par seconde, la pellicule était animée d'une vitesse linéaire de 90 mètres à 100 mètres par seconde. L'image de l'étincelle éclairait la fente d'un collimateur et l'image de cette fente était elle-même projetée, avec ou sans l'interposition d'un prisme, sur la pellicule tournante. Ces premières expériences ont conduit aux résultats suivants : 1° Comme les images des oscillations sont équidistantes, quelle que soit la nature des électrodes (le reste du circuit restant identique à lui-même), on en conclut que la résistance entre les électrodes ne peut constituer la partie principale de la résistance du circuit. En effet, la quantité de vapeur dégagée dans la décharge varie beaucoup avec la volatilité des électrodes et il doit en être de même pour la résistance de cette vapeur; 2° Ensuite, fait d'une très grande importance, si l'on introduit une certaine self-induction dans le circuit de décharge, le spectre subit des modifications; en particulier, les raies de l'air disparaissent. M. Hemsalech a consacré un remarquable travail à l'étude de ces modifications et de leurs rapports avec les variations des conditions du circuit de décharge. Mais, en projetant simplement l'image de l'étincelle oscillante sur la fente du spectroscopie, on n'observe qu'une synthèse de phénomènes, car le spectre obtenu résulte de la superposition des spectres élémentaires fournis par chaque oscillation. M. Hemsalech a essayé de les séparer en insufflant un courant d'air dans l'étincelle. Des expériences faites avec une simple pompe à main lui avaient déjà montré que ce procédé pourrait le conduire au résultat désiré. En effet, si l'on emploie la méthode des raies longues et courtes de Lockyer (elle consiste ici à placer perpendiculairement à la fente la ligne qui joint les électrodes) et qu'on fasse agir sur l'étincelle un courant d'air parallèle à la fente, on observe que les raies dues à la vapeur métallique sont déplacées et allongées dans le sens de leur longueur, tandis que la position du spectre de la décharge initiale ne se trouve pas affectée. M. Hemsalech a été conduit à employer un dispositif qui consiste essentiellement en deux plaques de cuivre taillées en biseau, faisant un certain angle entre elles. C'est dans l'intervalle de ces deux plaques qu'éclate l'étincelle et que circule le courant d'air. L'apparence de l'étincelle varie avec les conditions de la décharge. Si la résistance est grande et la self-induction faible, on a l'étincelle continue de Feddersen : le courant d'air lui donne l'apparence d'une longue flamme qui relie les électrodes. Si, la self-

¹ Séances de la Société, février 1903 et février 1904.² Séances de la Société, novembre 1904 et mai 1905.

induction restant faible, la résistance augmente, l'étincelle devient intermittente. L'action du courant d'air la sépare en une série d'étincelles très fines, toutes dans la même direction et analogues à celles obtenues par Feddersen dans le miroir tournant. Enfin, l'adjonction d'une bobine de self-induction auxiliaire donne lieu à l'étincelle oscillante. Lorsque le courant d'air est bien réglé, les oscillations sont très nettement séparées et occupent la même position respective d'une décharge à l'autre, de sorte que le phénomène présente pour l'œil et la plaque photographique une apparence d'immobilité. On peut en profiter pour vérifier des formules connues; ainsi l'espacement des oscillations permet de voir que la fréquence varie comme l'inverse de la racine carrée de la capacité, etc. La courbure apparente des oscillations permet de mesurer la vitesse des particules d'azote qui transportent le courant électrique. Cette vitesse diminue avec l'augmentation de la capacité et elle est directement proportionnelle à la fréquence d'oscillation. D'autres expériences, M. Hemsalech conclut que les courants de Foucault augmentent la fréquence d'oscillation par seconde, mais sont sans influence sur le nombre d'oscillations dans chaque décharge, tandis que l'hystérésis du fer détruit les oscillations et diminue plus ou moins la fréquence. — M. Armagnat présente deux nouveaux modèles d'interrupteurs de bobines construits par M. Carpentier. Le premier est un interrupteur Wehnelt dans lequel la cathode est un tube de plomb qui entoure l'anode. Quand l'interrupteur fonctionne, l'échauffement de l'électrolyte détermine une circulation très active dans le tube, de sorte que toute la masse du liquide est amenée successivement au contact de l'anode et que l'échauffement est très régulier. Le second interrupteur est une combinaison du rupteur Carpentier avec un relais polarisé. Quand le relais est excité par un courant alternatif, la palette de fer du rupteur prend un mouvement exactement synchrone avec le courant; il se produit donc une rupture par période et les circuits sont disposés de telle sorte que cette rupture peut être réglée au moment précis où le courant passe par son maximum dans la bobine d'induction reliée au rupteur. — M. H. Abraham signale un procédé de fabrication électrolytique de fils métalliques très fins. Le procédé employé est assez voisin du procédé de fabrication des fils de platine dits à la *Wollaston*, et qui est bien connu. Le fil dont on veut diminuer la section est pris comme électrode positive dans une électrolyse; on mesure de temps en temps sa résistance électrique, et l'on arrête le courant quand la section du fil a atteint la valeur voulue. Le courant est amené à la fois aux deux bouts du fil par des tiges métalliques auxquelles le fil a été soudé. On a soin que ces tiges ne plongent pas dans le bain électrolytique pour éviter la formation de couples locaux. Le fil pend librement au-dessous de ces tiges, et il est maintenu dans le bain par deux crochets de verre auxquels on donne une forme en col de cygne afin que, lorsque l'on retirera le fil, il ne se produise pas de lame liquide dont la tension superficielle pourrait amener la rupture du fil. Le bain doit être très dilué, afin que sa résistivité soit très grande, et que, par conséquent, le courant se distribue uniformément sur toute la longueur du fil. On emploie l'eau distillée contenant quelques millièmes d'acide sulfurique pour le traitement des fils de cuivre, ou bien de nitrate d'argent pour le traitement des fils d'argent. L'opération doit être conduite très lentement, afin que le sel métallique qui se forme autour du fil ait le temps de se diffuser dans le bain. Faute de cette précaution, le régime de l'électrolyse devient instable. Les fils traités avec les précautions indiquées conservent une homogénéité suffisante pour qu'on puisse calculer approximativement leur nouvelle charge de rupture, tout simplement en divisant leur charge de rupture ancienne par le rapport de leur résistance électrique actuelle et de leur résistance électrique initiale.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 2 Mars 1905.

Sir Norman Lockyer : *Nouvelles recherches sur la classification thermique des étoiles (II)*. Ce Mémoire contient une discussion sur les plus récentes photographies obtenues avec un appareil photographique prismatique de calcite-quartz. Chaque négatif contenait les spectres de deux étoiles obtenus dans des conditions identiques d'altitude, d'exposition et de développement; leurs températures respectives ont été estimées en comparant les intensités relatives de leurs radiations ultraviolettes et rouges. Le terme « température » doit être entendu comme comprenant les effets possibles des variations électriques. Dans un Mémoire précédent, communiqué à la Société en février 1904, l'auteur montrait qu'en comparant ainsi les températures relatives des genres stellaires placés à des niveaux différents de la courbe thermique de classification chimique, leur arrangement sur cette courbe était justifié. Dans ces recherches récentes, les températures relatives des genres placés sur les mêmes horizons, mais sur des côtés opposés de la courbe, ont été comparées de façon analogue, et leur égalité de température, telle qu'elle était supposée d'après la classification chimique, a été confirmée. Les résultats ont aussi indiqué que des différences spécifiques existent, qui nécessiteront la subdivision des « genres » proposés précédemment en « espèces ». — M. G. C. Simpson : *L'électricité atmosphérique sous les hautes latitudes*. L'auteur communique les résultats d'une année d'observations (oct. 1903-oct. 1904) sur l'électricité atmosphérique faites à Karasjok (Norvège) et d'un mois d'observations sur la radio-activité atmosphérique faites à Hammerfest. Le cours annuel du gradient du potentiel à Karasjok s'accorde avec la règle générale pour l'hémisphère nord: il s'élève rapidement d'octobre à février, où il atteint un maximum, puis il s'abaisse plus rapidement jusqu'à la fin de mai, après quoi il reste constant jusqu'en octobre. Le cours de la dissipation est exactement l'inverse de celui du potentiel, les deux courbes étant les images l'une de l'autre dans un miroir. La courbe de l'ionisation consiste en une chute presque linéaire de six mois, du commencement de septembre à la fin de février, suivie d'une ascension similaire de mars à la fin d'août. Ces trois facteurs ont chacun une période diurne. Ils sont influencés par les conditions atmosphériques et influent les uns sur les autres: une faible dissipation et une faible ionisation sont accompagnées par de fortes valeurs du potentiel et vice-versa. La radio-activité présente également une période annuelle, avec un maximum en décembre (129) et un minimum en juin (17), et une période diurne prononcée, avec un maximum (162) dans les premières heures du matin et un minimum (58) vers midi. Elle augmente quand la température s'abaisse, s'élève en même temps que l'humidité atmosphérique, diminue quand la force du vent augmente. Ces observations confirment l'hypothèse d'Elster et Geitel que la source de l'émanation de l'atmosphère est dans le sol. — M. R. J. Strutt présente ses recherches sur les minéraux radio-actifs. Il indique les méthodes employées pour la détermination de l'uranium, du radium, du thorium, de l'hélium et de l'activité totale de ces minéraux. Les résultats obtenus l'ont conduit aux conclusions suivantes: 1° La quantité de radium dans un minéral est proportionnelle à celle de l'uranium; 2° Les minéraux thoriques contiennent invariablement la combinaison uranium-radium; 3° L'hélium ne se présente jamais, sinon en quantité très faible, quand le thorium n'est pas présent; l'hélium des minéraux est donc produit probablement plus par le thorium que par le radium; 4° Les minéraux thoriques varient beaucoup au point de vue de leur pouvoir d'émanation. — M. J. Lunt présente ses recherches sur le spectre du silicium. Il a reconnu que les lignes du silicium obtenues par Lockyer et Baxandall au moyen de tubes

à vide remplis de composés gazeux du silicium ont leur origine autant dans la matière du tube de verre capillaire que dans le composé gazeux introduit. Il a obtenu, au contraire, un bon spectre du silicium en faisant jaillir l'étincelle, dans une atmosphère d'hydrogène, entre des perles de silicates de sodium ou de potassium. Il en résulte que la ligne λ 4096,9 n'est pas une ligne du silicium; mais les lignes 4089,1 et 4116,4 appartiennent bien à ce corps. L'auteur a trouvé deux paires de lignes nouvelles à λ 4191,0 et 4198,5. Enfin, il donne une liste des lignes du fluor qui accompagnent généralement celles du silicium dans le spectre de ce dernier. — **M. G.-W. Walker** : Sur la résistance électrique au mouvement d'une sphère chargée dans un espace libre ou dans un champ de force.

Séance du 9 Mars.

M. R.-D. Oldham a étudié la *vitesse de propagation du tremblement de terre du Guatemala du 19 avril 1902* au moyen des observations enregistrées dans un grand nombre d'observatoires sur toute la surface de la Terre. Il a constaté que, pour la première phase (commencement de l'enregistrement), la vitesse apparente de propagation augmente continuellement avec la distance, à peu près jusqu'à 145°, où elle commence à diminuer. La seconde phase (marquée par une augmentation soudaine et considérable de l'amplitude de la perturbation) présente aussi une augmentation de la vitesse apparente de propagation avec la distance, mais elle ne va que jusqu'à 100° environ de l'origine. Enfin la troisième phase (caractérisée par des ondulations à longue période, suivie de plus rapides) paraît se propager avec une vitesse uniforme. — **M. C.-C. Farr** a fait quelques observations continues de la vitesse de dissipation des charges électriques de l'air libre. La conductivité de l'air pour les deux électricités positive et négative est très irrégulière; mais, en moyenne, l'électricité négative est dispersée plus rapidement que la positive. Le rapport q de la conductivité de l'air pour l'électricité négative à la conductivité pour l'électricité positive est, en moyenne, de 1,16. Mais q peut descendre jusqu'à 0,4 lorsqu'il y a un renversement du signe de la charge atmosphérique. L'auteur a constaté, en outre, un double maximum et minimum diurne dans la conductivité de l'air pour les charges des deux signes, mais à des heures variables suivant les saisons. — **M. W.-R. Bonsfield** étudie les rapports des dimensions des ions avec la conductibilité des électrolytes. Si les résultats de Stokes relatifs au mouvement d'une sphère dans un fluide visqueux sont appliqués au mouvement des ions dans un électrolyte binaire, il est nécessaire, pour concilier la théorie avec les faits empiriques, de supposer que les ions sont des agrégats moléculaires en grande partie composés de molécules d'eau, la dimension d'un ion dépendant de la quantité d'eau en combinaison avec lui et étant une fonction de la température et de la concentration. Dans cette hypothèse, le coefficient d'ionisation devient :

$$\alpha = \frac{\Lambda}{\Lambda_\infty} \cdot \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{1 + 3,33 h - 215}$$

où h est l'hydratation et f la fluidité de la solution. Avec ce coefficient d'ionisation, la loi de van't Hoff, modifiée par la substitution de l'hydratation du corps dissous à sa concentration, donne des résultats qui concordent avec l'expérience à 1/2000 près. Les volumes ioniques calculés au moyen des conductibilités s'accordent avec les volumes de solution calculés au moyen des densités, ce qui confirme l'hypothèse faite.

Séance du 16 Mars 1903.

M. O. Hahn : Un nouvel élément radio-actif qui dégage de l'émanation du thorium. La préparation radio-active a été obtenue du bromure de baryum radifère, provenant de la thorianite de Ceylan, en le fractionnant pour séparer le radium. Elle renfermait

quelques traces de fer et d'autres impuretés dans les portions les plus solubles, et a été précipitée par l'ammoniaque. De cette préparation, on a obtenu une quantité d'environ 10 milligrammes d'un oxalate fortement radio-actif, dégageant une forte émanation et communiquant une brillante luminosité aux écrans sensibles. L'auteur a trouvé que l'émanation est identique à celle du thorium; divers échantillons ont donné pour la demi-période de décroissance de 32 à 35 secondes. Il a trouvé un peu plus de 11 heures 1/2 pour la demi-période de l'activité induite. L'émanation abandonnée par les 10 milligrammes d'oxalate dissous dans de l'acide chlorhydrique correspond en intensité à celle d'un kilogramme de thorium en solution; par conséquent, elle est plus de 100.000 fois forte que l'émanation commune du thorium comparée au même poids. Un nouveau travail a permis de séparer environ 250.000 fois plus d'émanation que le thorium. Il n'a pas encore été établi si cette substance active est le constituant radio-actif constant des préparations de thorium, ou si c'est un autre élément radio-actif nouveau. L'auteur espère obtenir un produit encore plus fortement radio-actif et pouvoir décrire plus en détail les propriétés de la substance. Des recherches récentes paraissent montrer que la quantité de cette substance dans le sol est comparable, quoique en bien moins grande proportion, à celle du radium. — **Sir William Ramsay** : Détermination des quantités de néon et d'hélium dans l'air atmosphérique. L'auteur a déjà essayé d'estimer les quantités de krypton et de xénon dans l'air par l'évaporation de quantités relativement importantes d'air liquide. Sans aucun doute, une grande quantité de krypton et une petite quantité de xénon se sont évaporées; par conséquent, les chiffres donnés sont nécessairement des minima. Le Dr Travers et l'auteur estimèrent *grosso modo* les proportions de néon et d'hélium dans l'air; on connaissait la quantité de chaque gaz obtenu, mais la quantité d'air de laquelle ils provenaient ne pouvait être que supposée. Les chiffres étaient : pour l'hélium, une ou deux parties pour un million, et pour le néon une ou deux parties pour 100.000. La méthode ingénieuse inventée par Sir J. Dewar, qui consiste à refroidir un morceau de charbon de bois par l'air liquide et à l'employer comme absorbant pour les gaz, permet facilement d'obtenir une estimation presque exacte des quantités des constituants les plus volatils. Après que l'oxygène, l'azote et l'argon ont été absorbés d'environ 16.000 centimètres cubes d'air par le contact de 100 grammes de charbon de bois refroidi par l'air liquide, on a retiré au moyen d'une pompe le néon et l'hélium. Ceux-ci ont été débarrassés de traces de gaz plus lourds par une méthode analogue, et une séparation partielle, mais presque complète, des deux gaz a été effectuée de la même façon. Les quantités totales ont été mesurées par une sorte de burette, dans laquelle le niveau du mercure était fixé en un point, et on lisait les différences de pression. Voici les résultats :

	DANS L'AIR 1 volume dans	DANS L'ARGON impur 1 volume dans	POURCENTAGE	
			en poids	en volume
Néon . . .	80.790	757	0,000,086	0,000,012,3
Hélium . .	245.300	2.300	0,000,009,56	0,000,001,0
Ensemble.	61.000	571		

Il n'a pas été possible de déterminer l'hydrogène libre dans cette quantité d'air; après que le mélange impur de néon et d'hélium a été mêlé à une trace d'oxygène et soumis à l'étincelle pendant quelques minutes, on n'a observé aucune contraction : le volume des gaz était le même avant et après le passage de l'étincelle. — **MM. B. Moore, W. Alexander, R.-E. Kelly et H.-E. Roaf** communiquent leurs recherches sur l'absence ou la diminution marquée de l'acide chlorhydrique libre du contenu gastrique dans les affections malignes d'organes autres que l'estomac. On sait depuis longtemps

que l'acide chlorhydrique libre fait défaut dans un grand nombre de cas de cancer de l'estomac. Ce qu'on n'avait pas encore remarqué, et ce que les auteurs mettent clairement en lumière, c'est qu'il en est de même dans la plupart des affections malignes des organes autres que l'estomac. Il en résulte que l'absence d'HCl libre dans le suc gastrique n'est pas due à une action locale sur l'estomac, mais à une modification du sang, qui peut, soit être la cause commune de la tumeur et de l'absence d'acide, soit être le résultat de la tumeur et la cause de l'absence d'acide. Les auteurs montrent que la suppression de l'acide n'est pas due à des produits secondaires formés par la tumeur maligne et qui neutraliseraient les ions acides du plasma, car, dans ce cas, la sécrétion acide devrait se rétablir après l'enlèvement de la tumeur; or, il n'en est rien. Les auteurs en concluent que c'est la condition du sang, très probablement l'absence ou la diminution marquée des ions acides, qui est la cause prédisposante à la formation des tumeurs. — **M. E. Emrys-Roberts**, au cours de recherches sur la première implantation de l'embryon du cochon d'Inde, a été frappé de la façon dont la nutrition de l'embryon s'accomplit pendant le temps qu'il reste libre dans la cavité utérine. Pour l'auteur, il reçoit sa nourriture du milieu où il vit; elle est constituée par le produit de la sécrétion des glandes utérines ou autres. Cette sécrétion, qui consiste en mucus et probablement en albumine, doit être assimilée par l'embryon après avoir subi un processus de digestion dans les cellules du trophoblaste. Des phénomènes analogues se passent pour l'embryon humain. — **M. H.-C. Bastian** signale deux séries de transformations hétérogénétiques qu'il a observées dans les gros œufs d'un des plus grands Rotifères : 1° La transformation du contenu entier d'un œuf d'*Hydatina* en un Infusoire cilié simple (*Otostoma*); 2° La segmentation de l'œuf d'*Hydatina* en 12 à 20 masses sphériques, dont quelques-unes se développent en donnant des embryons de Vorticelles, d'autres des embryons d'Oxytriches. — **M. J. J. Lister** : Sur le dimorphisme des espèces anglaises de Nummulites et les dimensions de la mégalosphère par rapport à celles des tests microsphériques et mégalosphériques dans ce genre.

Séance du 23 Mars 1905.

MM. H.-T. Brown et F. Escombe communiquent leurs recherches sur les *processus physiologiques des feuilles vertes*. Leur but était d'obtenir une mesure directe du degré de photosynthèse dans la feuille, lorsqu'elle est entourée d'une atmosphère contenant une quantité de CO² voisine de la normale (0,03 %), puis des indications plus exactes sur l'énergétique de la feuille, spécialement sur son pouvoir d'absorption et de transformation de la radiation solaire incidente : 1° Les auteurs ont reconnu que le degré d'assimilation des feuilles dans un air enrichi artificiellement en CO² est approximativement proportionnel à la quantité de gaz présente (jusqu'à 5 ou 6 fois la quantité normale); 2° La méthode de Sachs est incapable de donner une estimation quantitative exacte du travail photosynthétique dans une feuille en train d'assimiler; on n'y arrive que par la détermination directe de CO² absorbé par la feuille; 3° Dans la respiration des feuilles amphistomateuses, le rapport des quantités de CO² dégagées des surfaces supérieure et inférieure est égal au rapport de distribution des stomates. Dans l'assimilation des feuilles amphistomateuses illuminées sur la face supérieure, l'absorption de CO² par la face inférieure est toujours moindre qu'on ne pourrait le supposer d'après le nombre relatif des stomates des deux côtés; elle tombe souvent à la moitié de ce côté; 4° Dans une feuille exposée au plein soleil, l'énergie radiante utilisée pour les processus photosynthétiques représente seulement une très faible partie de la radiation incidente totale; dans les meilleures conditions, le coefficient économique maximum est probablement de 6,5 %. La feuille n'utilise, d'ailleurs, que la partie

du spectre solaire située entre B et C; il en résulte que les rayons photosynthétiques, même dans la lumière d'intensité très modérée, sont encore en excès sur le pouvoir d'utilisation de la feuille, fait d'importance considérable, qui permet l'assimilation en lumière diffuse. L'énergie superflue absorbée par la feuille est dissipée par la transpiration et l'émission thermique. — **MM. H.-T. Brown et F. Escombe** : Nouvelle méthode pour la détermination de l'anhydride carbonique atmosphériques, basée sur le degré d'absorption par la surface libre d'une solution d'alcali caustique. — **MM. H.-T. Brown et W.-E. Wilson** : Sur l'émissivité thermique d'une feuille verte dans l'air tranquille et en mouvement. Quand on a déterminé : 1° la quantité d'eau perdue par la feuille dans un temps donné par évaporation; 2° la surface de la feuille; 3° la différence exacte de température entre la feuille et l'air environnant, on a toutes les données nécessaires pour calculer la quantité d'énergie en calories qui pénètre dans la feuille, par unité de surface et dans l'unité de temps, pour un excès de température de 1° de l'air environnant. On obtient ainsi l'émissivité thermique, puisque l'émission et l'absorption sont égales dans les mêmes conditions relatives. Les auteurs ont trouvé les chiffres suivants pour l'émissivité thermique en calories par centimètre carré pour un excès de température de 1° :

<i>Liriodendrum tulipifera</i>	0,01194
<i>Helianthus multiflorus</i>	0,01499
<i>Tropaeolum majus</i>	0,01427
<i>Tilia europaea</i>	0,01598

Dans l'air en mouvement, l'émissivité augmente proportionnellement à la vitesse du courant d'air.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 12 Mai 1905.

M. A.-D. Denning décrit une *méthode simple pour déterminer la constante de radiation*, convenant particulièrement à une expérience de laboratoire. L'appareil consiste en une capsule de cuivre hémisphérique dont l'extérieur est recouvert d'un manchon parcouru par de la vapeur ou de l'eau. La surface réceptrice est une plaque d'argent et le degré d'élevation de la température de la plaque est mesuré au moyen d'un thermocouple argent-constantan. Un tampon non conducteur est placé entre l'hémisphère et le disque d'argent jusqu'à ce que la température du manchon soit uniforme. Puis on enlève le manchon, et l'on note toutes les deux ou trois secondes les déviations du galvanomètre dans le circuit du thermo-couple. En traçant la courbe du phénomène, on en déduit l'inclinaison initiale de la courbe, c'est-à-dire la vitesse initiale d'élevation de la température du disque, et, connaissant les constantes de ce dernier, on peut calculer la constante de radiation. Les résultats sont assez exacts. — **M. H.-L. Callendar** considère que, pour la *mesure absolue de la radiation*, la méthode bolométrique de Kurlbaum est supérieure à la méthode thermo-électrique d'Angström. Dans la première, l'élevation de température produite par la radiation ou par un courant électrique dans une lame métallique est mesurée par l'augmentation de résistance de la lame elle-même. En appliquant cette méthode à la mesure de la radiation solaire, l'auteur lui a apporté quelques améliorations. Pour obtenir une compensation exacte de température pendant les observations de radiation, l'auteur, au lieu d'enfermer tout l'instrument dans un manchon à eau, équilibre le bolomètre par une résistance construite avec le même platine et renfermée dans le manchon à eau protégé de la radiation. Pour assurer la compensation de conduction, cette résistance est composée de deux parties, l'une semblable au bolomètre, l'autre en manganine. Pour obtenir une mesure exacte de l'aire de la radiation absorbée, on la détermine par une ouverture de la paroi du manchon à eau ayant une

largeur de 2 centimètres, un peu inférieure à celle des lames du bolomètre, de sorte que toute la radiation tombe sur les lames. Avec ces modifications, la méthode bolométrique paraît aussi commode et probablement supérieure en exactitude à la méthode thermo-électrique. — **M. W.-H. Price** lit un Mémoire sur les résultats des expériences faites aux Usines Crompton, à Chelmsford, par **M. C.-H. Wright**, sur la possibilité d'employer la résistance d'un conducteur chauffé par un courant électrique alternatif comme mesure du courant. Un courant alternatif passe dans un conducteur mince en série avec une résistance étalonnée, et un courant direct faible, provenant d'une batterie d'accumulateurs, est superposé au système. Les différences moyennes de potentiel aux bornes permettent de comparer les résistances sur un potentiomètre. La présence d'une grande quantité d'air près du conducteur chauffé affecte les résultats par suite des courants d'air irréguliers produits. Pour obtenir rapidement des résultats uniformes, il est nécessaire de placer le conducteur dans une enceinte relativement grande et vide d'air. On arrive ainsi à des résultats assez concordants, affectés toutefois par les variations du vide provenant de la libération des gaz occlus dans le conducteur.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 4 Mai 1905.

M. J.-M. Wadmore, en mélangeant, en solution, des quantités équimoléculaires de sulfates de sodium et d'aluminium, a obtenu une substance cristallisant en octaèdres; c'est l'alun de sodium $\text{Na}^2\text{SO}^4 \cdot \text{Al}^2(\text{SO}^4)^3 \cdot 24\text{H}^2\text{O}$, dont l'existence a été niée par Ostwald. Il est excessivement soluble dans l'eau : 1 gramme d'eau à 10°, 6 dissout 1,0711 grammes du sel cristallisé. — **MM. M.-O. Forster** et **H.-E. Fierz** ont obtenu la camphoryl- β -semicarbazide par réduction de la camphorylnitroso- β -carbamide avec la poudre de zinc et l'acide acétique; elle cristallise du chloroforme en petites aiguilles fondant à 193°. Elle se condense facilement avec la plupart des aldéhydes et des cétones en donnant des semicarbazones qui retiennent énergiquement du solvant de cristallisation, qui influe profondément sur leur pouvoir rotatoire. — **MM. F.-R. Japp** et **J. Knox**, en condensant le benzile avec diverses cétones non saturées, ont obtenu des dérivés de l'anhydracétonebenzile. D'autre part, le dihydrocyanure de benzile, traité par un acide concentré, fournit la diphenylacétamide; de même, le dihydrocyanure de phénanthraquinone, traité par HCl fumant, donne le phénanthraquinone. — Les mêmes auteurs, en saturant une solution de mandélonitrile dans l'éther par HCl, ont obtenu la 3-céto-2 : 5-diphényl-3 : 4-dihydro-1 : 4-diazine, F. 196-197°, qui résulte également de l'action de HCl sur une solution de benzile dans HCaz alcoolique. — **MM. F.-R. Japp** et **J. Wood** ont recherché les configurations de certaines γ -dicétones non saturées au moyen de l'action de l'hydrazine. Les formes *cis* réagissent, tandis que les formes *trans* ne réagissent pas. — **M. H.-D. Dakin** a préparé, par action de la méthylamine sur le chloroacétylcatéchol, le méthylaminoacétyl-catéchol, $\text{C}^6\text{H}^3(\text{OH})^2 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}^3 \cdot \text{AzH} \cdot \text{CH}^3$, F. 232°, base qui serait la cétone correspondant à l'alcool secondaire que paraît être l'adrénaline. La réduction électrolytique de cette cétone fournit une base qui ne semble pas être identique avec l'adrénaline racémique; à l'état libre, elle constitue un précipité blanc, amorphe, instable. Elle possède toutefois des propriétés physiologiques très proches de celles de l'adrénaline. — **M. J. Johnston**, en méthylant l'acide *p*-aminobenzoïque par le sulfate de méthyle, a obtenu l'acide *p*-méthylaminobenzoïque, F. 144-145°, puis l'acide *p*-diméthylaminobenzoïque, F. 235-236°. — **M. R.-W. Gray** a déterminé à nouveau le poids atomique de l'azote par deux méthodes : 1° Au moyen des densités relatives et des compressibilités de l'oxyde

nitrique et de l'oxygène; 2° Par la décomposition de l'oxyde nitrique avec le nickel finement divisé. Il a obtenu comme valeurs moyennes 14,005 et 14,006. — **M. O. Rosenheim** a introduit facilement des groupes méthyle dans l'acide galloannique au moyen du sulfate de diméthyle. Le produit obtenu paraît être un acide pentaméthylgalloannique; il fond à 95-98° en se décomposant. Par hydrolyse acide, il fournit deux substances : l'acide triméthylgallique, F. 164°, et l'acide diméthylgallique, F. 187°. — **MM. W.-R. Lang** et **Ch.-M. Carson** ont reconnu que l'action de H^2S gazeux sur SO^2 gazeux produit d'abord du soufre et de l'eau, d'après l'équation : $2\text{H}^2\text{S} + \text{SO}^2 = \text{S}^2 + 2\text{H}^2\text{O}$; puis le soufre réagit lentement sur H^2O à haute température pour donner naissance à des acides polythioniques. À l'état liquide, il se forme également un précipité de S. — **M. A.-G. Perkin** a constaté que la composition exacte de la cyanomaclurine est exprimée par la formule $\text{C}^{15}\text{H}^{10}\text{O}^6$.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 7 Avril 1905.

M. W. H. Coleman décrit une soupape régulatrice pour le contrôle de l'admission de la vapeur dans les chambres de plomb. — **MM. G. J. Fowler** et **Ed. Ardern** ont déterminé les quantités de matières en suspension qui existent dans les eaux d'égouts avant et après purification; ce sont : 1° des matériaux et débris flottants; 2° des solides finement disséminés (hydrates de fer et d'alumine, particules d'argile ou de matières organiques); 3° des matières en solution colloïdale. Ces dernières persistent en grande partie dans les eaux traitées et peuvent obliger à de nouveaux traitements que les auteurs vont étudier.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 19 Avril 1905.

M. R. W. Moore indique une méthode d'analyse du séné convenable pour les laboratoires des douanes : on fait bouillir 10 grammes avec un litre d'eau, filtre 200 centimètres cubes qu'on évapore à siccité, et sèche le résidu par la vapeur jusqu'à poids constant. — **M. G. W. Thompson** décrit une méthode pour la détermination de l'acide acétique dans le blanc de plomb : elle consiste essentiellement à traiter la substance par l'acide phosphoreux et le zinc, et à distiller alternativement en courant de vapeur et directement. On titre l'acide acétique dans le distillat par la soude N/10. — **M. M. Toch** signale d'intéressantes constatations faites dans le Métropolitain souterrain de New-York à propos de la protection des poutres d'acier contre la rouille. Les poutres arrivèrent sur les chantiers déjà couvertes d'une couche de minium et d'huile de lin purs; après avoir été mises en place, elles reçurent de nouveau une bonne couche continue de minium et d'huile de lin purs, puis une couche finale de céruse et d'huile de lin. Or, deux ans et trois mois après l'application de la dernière couche, on constata de longues et fines craquelures dans la peinture, et, en y insérant une lame de couteau, on put détacher de larges plaques de peinture, toutes recouvertes intérieurement de rouille d'épaisseur variable. Cette rouille était distribuée sous forme de feuillettes superposées, où le degré d'oxydation allait en augmentant de $\text{Fe}^2\text{O}^3 \cdot \text{H}^2\text{O}$ à $\text{Fe}^3\text{O}^4 \cdot 2\text{H}^2\text{O}$. L'auteur explique ce phénomène en admettant qu'une couche d'huile de lin soumise à l'humidité forme avec elle une solution semi-solide, et que l'eau y est transportée au travers jusqu'à la surface du métal. Il en conclut qu'une peinture à l'huile de lin n'est pas propre aux travaux souterrains.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 20 Mars 1905.

MM. F. W. Richardson et A. Jaffé ont étudié la question de l'emploi de l'huile d'olive dans le peignage de la laine. Le plus ou moins grand pourcentage de l'acide oléique libre dans l'huile n'est pas une indication de sa convenance pour l'huilage de la laine; la portion neutre, qui constitue la plus grande partie de l'huile, doit entrer davantage en ligne de compte. Pour déterminer si une huile d'olive produira de bons résultats appliquée à la laine, il suffit de l'oxyder en couches minces à 400° F. et d'observer l'augmentation de viscosité.

Séance du 17 Avril 1905.

M. J. W. Cobb étudie la question du tirage naturel et du tirage forcé. Il arrive à la conclusion qu'une température moyenne de 300 à 320° pour les gaz de la combustion entrant dans une cheminée, est une température limite qu'il serait vain de dépasser dans l'espoir d'obtenir un plus grand tirage d'air: les hautes températures de cheminées sont pratiquement des aberrations. L'adjonction d'un ventilateur ne doit avoir lieu que lorsque le tirage naturel est insuffisant.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 23 Mars 1905.

M. Dilthey présente un second Mémoire relatif aux bases des sciences philosophiques et qui a trait aux perceptions objectives. L'auteur y étudie le caractère structural des expériences perceptives et les relations existant entre ces dernières, en vertu desquelles elles constituent un ensemble. — M. Frobenius étudie la théorie des équations linéaires. Séparons en deux sections les variables d'un système d'équations linéaires homogènes et d'un système complet de leurs solutions et faisons-en de même des matrices des coefficients des équations et des éléments de leurs solutions. Si, dans l'une de ces matrices partielles, l'ordre est moindre que la valeur admissible maxima, il sera d'autant plus petit dans la matrice partielle complémentaire. — L'auteur communique encore un Mémoire de M. Issai Schur, privat-docent de l'Université de Berlin, sur une nouvelle confirmation de la théorie des caractères d'ensembles. Dans ce Mémoire, on donne une représentation élémentaire nouvelle de la théorie des caractères d'ensembles fondée par M. Frobenius.

Séance du 30 Mars 1905.

M. O. Hertwig présente des considérations critiques relatives à des essais d'explication récemment proposés dans le domaine de la théorie de la fécondation. Discutant les expériences de Loeb et d'autres savants, faites en vue d'expliquer la fertilisation comme processus chimico-physique, l'auteur présente un ensemble de raisons démontrant l'impossibilité d'atteindre par cette voie la solution du problème, à l'heure actuelle; toutes les tentatives pareilles restent, en effet, en dehors du sujet lui-même.

Séance du 6 Avril 1905.

M. M. Planck présente un Mémoire sur la dispersion normale et anormale. Après avoir résumé dans deux travaux antérieurs les conclusions à tirer de la théorie électromagnétique de la dispersion, développée par lui-même, au point de vue du coefficient d'extinction d'un milieu à absorption sélective, l'auteur fait une étude pareille (relative à l'exposant de réfraction) pour le cas spécial où les molécules (ou résonateurs) placées dans le milieu dispersif et non conducteur de l'électricité possèdent une seule vibration propre bien définie. A ce propos, l'influence des variations de densité du milieu dues à l'approche ou à l'éloignement mutuel des molécules est discutée en détail, en vue des résul-

tats tout particulièrement caractéristiques donnés à cet égard par la nouvelle théorie. Quant à la vérification par l'expérience, la dispersion des gaz non ionisés s'y prête le mieux, et les hypothèses de la théorie relativement à la grandeur des distances de molécules voisines y sont le mieux satisfaites. Les différentes formes que prend la courbe de dispersion d'une substance sont déduites et décrites sur la base des expressions de l'exposant de réfraction. — M. Klein présente une étude du Professeur W. Bergt, de Dresde, sur le massif de gabbros dans les montagnes de la frontière bavaro-bohémienne. La portion bavaroise de la région culminant au dos du Hohe Bogen, près de Furth, se compose d'une masse continue de diorites ou gabbros. Ces roches, reliées intimement par des transitions, constituent une unité pétrographique de nature éruptive et qui, probablement, fait partie d'un grand massif granitique des montagnes bavaro-bohémiennes.

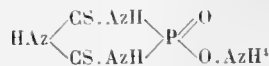
ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 6 Avril 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. R. Daublebsky von Sterneck: Sur les combinaisons des restes des puissances d'un nombre premier en des sommes déterminées.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. Bruckner: La réduction des sulfates. — M. R. Kremann a constaté que les éthers de divers alcools polyvalents (triacétine, diacétate de glycol, hexacétate de mannite, etc.) donnent naissance à de l'acétate d'éthyle en solution alcoolique en présence de faibles quantités de soude. Il s'agit là d'un phénomène catalytique, où la soude joue le rôle de catalysateur. Ces observations et d'autres conduisent à la conclusion que c'est une propriété générale des éthers des alcools plurivalents et des alcools monovalents supérieurs de se transformer, avec libération d'énergie, dans les éthers plus simples de l'alcool employé comme solvant. — M. F. von Hemmelmayer, en faisant réagir P³S⁵ sur l'urée dans des conditions déterminées, a obtenu un corps C²H⁴AzS²O⁴P, qu'il considère comme un thiobiuret-phosphate d'ammonium:



Il donne un sel de baryum tribasique, qui est décomposé par H²SO⁴ avec formation de l'acide libre, qui cristallise. Avec la thio-urée, on n'a pu obtenir un produit analogue. — M. Zd. H. Skraup, poursuivant l'étude des acides diaminés provenant de l'hydrolyse de la caséine et de la gélatine, a reconnu que son acide diamino-adipique n'est autre chose que de la *d*-alanine, et son acide diamino-glutarique un mélange d'alanine et de glycolle. — M. S. Wiechowski a préparé les produits de condensation de l'acide naphthalaldéhyde avec la méthyl-*m*-tolylcétone, la pinacolone et l'acé-naphténone. — M. A. Plangger a obtenu, au moyen de l'*o*-tolylhydrazone de l'isopropylméthylcétone, une nouvelle base, la B₁-méthyl-Pr-triméthylindolémine, qui est transformée par CH³I en l'iodeure d'une méthylène-indoline. — M. W. Duregger a obtenu par oxydation de l'acide homo-oxy-salicylique un produit C¹⁶H¹⁰O⁶, qui, par distillation sur la poudre de zinc, fournit un hydrocarbure C¹⁶H¹², probablement un diméthylfluorène. Le même produit est transformé par les lessives alcalines en une oxyfluorénone. Toutefois, l'auteur pense que le produit d'oxydation est un dérivé de la phénanthrènequinone. L. BRUNET.

Le Directeur-Gérant: LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Art de l'Ingénieur

Les wagons de marchandises de grandes dimensions. — Dans l'un de ses derniers numéros, la *Revue* a déjà attiré l'attention sur l'emploi de plus en plus fréquent des wagons à gros tonnage de 40 et 50 tonnes, principalement pour les trains de charbons et de minerai. Nos chemins de fer n'ont pas tardé à suivre ce progrès, des plus remarquables, comme le prouve l'adoption récente de wagons de ce genre par les mines de Carmaux et par le Chemin de fer du Midi.

Le premier de ces wagons, celui des mines de Carmaux, est destiné au transport des charbons; c'est un wagon à caisse ou tombereau de 58 mètres cubes, porté sur deux boggies écartés d'axe en axe de 8^m,06, avec roues de 0^m,90 écartées de 1^m,65; son poids à vide est de 15 tonnes et sa charge de 50. Le déchargement se fait d'une façon automatique par deux trémies.

Le wagon de la Compagnie du Midi est une plateforme également sur deux boggies, écartés de 7^m,2, pesant à vide 15 t. 4, et pouvant tenir 28^m3,2, soit 50 tonnes de minerai de fer ou 30 de charbon. Les côtés sont en bois, avec portes permettant une ouverture totale de déchargement de 3^m,02. Le rapport du poids à vide au poids de charge est de 30,6 %; il a permis de réduire la tare de 15 % par rapport à celle des petits wagons.

Ces deux types de wagons sont construits par les Forges de Douai, avec châssis en acier pressé d'après les procédés Fox Arbel; leurs longerons peuvent atteindre, d'une seule pièce, jusqu'à 20 mètres de longueur, et l'on espère pouvoir abaisser la tare à 25 % seulement de la charge maxima¹.

Sur cette question, si importante et actuelle, des wagons à très grande capacité, un remarquable travail vient, d'ailleurs, d'être publié par M. Biard, ingénieur au Chemin de fer de l'Est, dans le dernier *Bulletin* (janvier) de la *Société des Ingénieurs civils de France*. M. Biard étudie le développement du matériel à marchandises, dans ces dernières années, en Amérique, en Angleterre, en Allemagne et en France. Dans tous ces pays, s'accroît la tendance à l'emploi de wagons

de plus en plus grands. Aux Etats-Unis, favorisé par des circonstances particulières, et sous la stimulation d'une concurrence des plus actives entre leurs différentes lignes, l'emploi de ces grands wagons est aujourd'hui universel et des plus heureux. C'est ainsi que le remplacement de wagons de 27 tonnes par ceux de 36 tonnes, qui ne coûtent, comme prix de construction, que 250 francs (ou 10 %) de plus pour une augmentation de charge de 33 %, a permis, sur le Pennsylvania R^d, de réaliser un bénéfice de 18 % sur le prix par tonne offerte. Grâce à l'emploi de ces grands wagons, la charge des trains a passé, en moyenne, entre 1894 et 1900, de 180 à 270 tonnes, soit une augmentation de 50,6 %, tandis que l'effectif des wagons ne s'est accru que de 13,3 %, et ce avec toutes sortes d'avantages corrélatifs : diminution des frais d'entretien du matériel et des frais de traction, diminution de l'encombrement des voies et des gares, augmentation de la puissance de débit des voies, réduction du nombre des trains.

En France, les petits wagons à 10 tonnes constituent encore presque les deux tiers de l'effectif total des wagons de nos chemins de fer; les wagons de 20 tonnes à deux essieux sont, néanmoins, au nombre d'environ 20.000, et les grands wagons à boggies commencent, comme nous l'avons vu, à pénétrer. La Compagnie du Nord en fait construire 170 du type plateforme à 40 tonnes, et la Compagnie de l'Est 100. La Compagnie du Nord commence à mettre en service 40 wagons-tombereaux à houille de 40 tonnes, avec un rapport de la charge utile au poids total de 75 %, et il paraît certain que ce mouvement vers les grands wagons ne fera que s'accroître sur nos réseaux.

§ 2. — Météorologie

Les ballons-sondes en haute mer. — A l'occasion des ascensions internationales qui ont eu lieu récemment dans tous les observatoires aéronautiques d'Europe et d'Amérique, le prince de Monaco a fait, à bord de son yacht, des expériences de ballons-sondes en haute mer.

Ces expériences ont été faites d'après la méthode préconisée par M. le Professeur Hergesell, président de

¹ *Engineering*, 7 avril, p. 436.

la Commission internationale d'Aérostation, qui accompagnait le prince. Cinq lancements ont été effectués, les ballons atteignant des hauteurs variant entre 4.000 et 10.000 mètres. Dans quatre cas, les enregistreurs ont donné de bons résultats, le cinquième ballon n'ayant pu être retrouvé à cause des nuages qui se sont formés pendant l'ascension.

Il est donc prouvé que la méthode des ballons-sondes, si utile pour l'étude de la haute atmosphère au-dessus des continents, peut être également employée avec succès sur l'étendue des océans. C'est un heureux résultat pour la Météorologie, qui dépend si étroitement des mouvements de l'atmosphère au-dessus des masses liquides qui couvrent les trois quarts de notre planète.

§ 3. — Électricité industrielle

Un projet de plate-forme roulante à New-York. — Tout le monde se rappelle la plate-forme roulante de l'Exposition de 1900, due à MM. Blot, Guyennet et de Mocomble. Le succès technique de cet appareil a engagé les Américains à établir aussi un dispositif analogue en l'un des points les plus actifs du Métropolitain de New-York, sous la 34^e rue, entre la 1^{re} et la 9^e avenue, coupant l'île de Manhattan. Cette installation n'est encore qu'à l'état de projet, mais suffisamment étudiée pour qu'un exposé sommaire de ses principales caractéristiques prenne opportunément place ici.

L'ensemble de l'installation comprendrait quatre plates-formes : deux marchant à la vitesse de 3 milles à l'heure (5 kilomètres environ), une à la vitesse de 6 milles, et l'autre, la principale, à 9 milles.

La première des plates-formes à la vitesse de 3 milles resterait presque toujours immobile, ne servant qu'en temps de presse pour doubler ainsi la facilité d'accès et de départ des voyageurs. Le tout circule dans un tunnel de 9 mètres de largeur sur 5^m,25 de hauteur, dont 2^m,45 au-dessus de la plate-forme, et le reste au-dessous, pour le logement et l'inspection des mécanismes. Les plates-formes sont en tôle d'acier de 1^m,80 de longueur, recouvertes de caoutchouc, avec raccordements leur permettant de suivre les courbes des boucles, et reposant chacune, par une paire de fers à T, sur des galets d'entraînement espacés de 0^m,90 environ. Les galets des trois premières plates-formes sont montés sur des arbres commandés par des dynamos, chacun de ces arbres portant une paire de galets de chacune des plates-formes; les galets de la plate-forme auxiliaire sont sur des arbres commandés par des dynamos indépendantes. Enfin, chacune des plates-formes est guidée latéralement par des galets horizontaux appuyés sur leurs fers de support. Les galets des trois plates-formes ont respectivement 200, 400 et 600 millimètres de diamètre. Les différents éléments des plates-formes sont reliés entre eux par des bielles de 1^m,17 de longueur, avec leurs axes aux centres des cercles de recouvrement des tôles.

Le débit de cette installation serait énorme : de 47.000 voyageurs par heure, alors que celui de la section à quatre voies du Métropolitain de New-York, avec des trains express de huit voitures toutes les deux minutes et un train omnibus de cinq voitures toutes les minutes, ne débite, au maximum, que 28.000 voyageurs; de plus, en tenant compte des arrêts de ce Métropolitain, on irait presque aussi vite avec la plate-forme. Enfin, en raison de ces arrêts et de l'énergie perdue en freinage, le Métropolitain actuel exige une dépense d'énergie électrique, à la station centrale, d'environ un kilowatt par voyageur, tandis que la plate-forme en exigerait, complètement chargée, 26 fois moins. Son poids mort, par siège, n'est que de 200 kilos environ, au lieu de 400 à 500 avec les voitures du Métropolitain¹.

§ 4. — Chimie

L'Electrochimie et les composés oxygénés et hydrogénés de l'Azote. — Peu à peu, les méthodes électrochimiques tendent à supplanter les méthodes ordinaires dans les préparations, surtout dans celles où, les phénomènes d'oxydation ou de réduction jouant le rôle principal, l'électrolyse permet de se passer de corps étrangers, oxydants ou réducteurs. Malheureusement si, en théorie, le problème est simple, il n'en est pas de même en pratique, et c'est seulement par une étude méthodique, fastidieuse peut-être, mais nécessaire, qu'on arrive lentement à solutionner les questions les unes après les autres. La série des composés oxygénés et hydrogénés de l'azote nous fournit à ce point de vue un exemple caractéristique.

L'étude de l'action du courant sur ces composés n'est cependant pas récente, et les observations sont nombreuses qui relatent des oxydations ou des réductions sans donner, d'ailleurs, de détails précis sur les conditions expérimentales et les résultats quantitatifs obtenus. Depuis un certain nombre d'années, on a repris point par point l'étude de ces questions et trouvé un grand nombre de faits intéressants que nous verrons successivement.

La série des composés de l'azote susceptibles d'être soumis à l'électrolyse en solution aqueuse est la suivante : ammoniacque, hydrazine, hydroxylamine, acides hypoazoteux, azoteux et azotique : AzH^3 , AzH^2AzH^2 , AzH^2OH , $AzOH$, AzO^2H , AzO^3H .

1. *Réduction de l'acide azotique en acide azoteux (préparation des azotites).* — Observée par un grand nombre d'auteurs, de Schönbein (1839) à Zechlin (1899), cette réduction a été soumise à une étude approfondie par Erich Muller et Julius Weber², qui ont déterminé l'influence de l'alcalinité et des différents métaux sur la réduction.

Ils ont constaté ainsi la nécessité d'employer une cathode de cuivre spongieux, pour éviter une réduction trop profonde dépassant le terme cherché pour atteindre l'ammoniacque. Enfin, dans un travail récent, E. Muller et F. Spitzer³ ont précisé les conditions nécessaires, qui sont les suivantes : on emploie une solution saturée d'azotate de soude, qu'on électrolyse sans diaphragme avec une anode de fer et une cathode de cuivre, dont on maintient la surface constamment spongieuse par l'adjonction continue de petites quantités d'un sel de cuivre à l'électrolyte. Le rendement moyen du courant atteint 84 % et l'on obtient ainsi directement une solution d'azotite à 36 %.

On voit que le problème est bien près d'une solution totale, et l'application industrielle de cette réaction ne paraît rencontrer de difficultés que du côté de l'extraction définitive de l'azotite formé; cette réduction a, d'ailleurs, été brevetée de différents côtés⁴.

2. *Réduction de l'acide azoteux en acide hypoazoteux.* — Cette réaction, déjà ancienne⁵, ne paraît pas avoir été étudiée depuis. Elle constitue cependant, d'après l'auteur, la méthode la plus pratique de préparation de l'acide hypoazoteux. La réduction s'effectue très simplement en employant une cathode de mercure et une solution d'azotite de soude concentrée; on arrête la réduction quand l'ammoniacque apparaît et on extrait l'acide formé en passant comme à l'ordinaire par son sel d'argent. Le rendement réel n'a pas été indiqué d'une manière explicite.

3. *Réduction de l'acide azotique en hydroxylamine.* — La présence de cette base dans les produits de réduction de l'acide azoteux avait été constatée déjà par Zorn dans le travail cité plus haut; mais il s'était contenté de la caractériser et de l'éliminer comme nuisible

¹ *Zeitschr. f. Elektroch.*, t. IX, p. 955, 1903.

² *Berichte*, t. XXXVIII, 1190, 1905.

³ *Br. Français* 264.711, 1897 — *Br. allemand* de la fabrique chimique Elektron, 21 avril 1902.

⁴ Zorn : *Berichte*, t. XIV, p. 1509, 1879.

⁵ *Scientific american*, 13 mai, p. 379.

au but qu'il se proposait : la préparation de l'hypoazotite d'argent. La production de l'hydroxylamine, étudiée par Ber Suler¹ au cours d'un travail sur la réduction des azotites, devint quantitative grâce aux recherches de J. Tafel².

La réduction doit être effectuée à basse température au moyen d'une cathode de plomb amalgamé dans une solution constituée par de l'acide sulfurique à 50 % ou de l'acide chlorhydrique à 25 %. L'acide azotique à réduire est ajouté goutte à goutte dans le vase poreux qui forme le compartiment cathodique. Dans le cas où l'on a employé l'acide chlorhydrique, une simple évaporation à sec donne un sel brut contenant de faibles quantités de chlorhydrate d'ammoniaque, dont il est facile de le débarrasser par une cristallisation.

Cette réaction a été brevetée par G. F. Boelringer et fils (brevets allemands 133457 et 137697) et par la Compagnie française des couleurs d'aniline (Brevet français 322943).

4. *Réduction de l'acide azotique en ammoniaque.* — Cette réaction, qui représente le degré ultime de réduction, se produit toujours plus ou moins dans toutes les réductions précédentes. Elle y joue un rôle nuisible, et tous les efforts des chercheurs ont eu pour but de l'éviter le plus possible.

Elle ne prend un intérêt positif qu'au point de vue analytique; elle sert, en effet, de base au procédé de dosage des azotates étudié successivement par Luckow, Wortmann, et qui a reçu sa forme définitive de K. Ulsch³. Dans ce procédé, qui possède toute la précision désirable, on réduit complètement l'azotate à analyser sur une cathode de cuivre dans une solution d'acide sulfurique titrée au préalable.

Il n'est pas question, dans ces diverses réductions, de l'hydrazine; ses propriétés réductrices sont telles, en effet, que, jusqu'à présent, on n'a pu constater sa présence. Si même elle prend naissance, elle est immédiatement réduite en ammoniaque; Erich Muller⁴ a montré, en effet, combien son potentiel d'hydrogénation est bas.

3. *Oxydation de l'ammoniaque en acide azoteux et azotique.* — Nous avons ainsi passé en revue les réactions de réduction qui permettent de passer progressivement de l'acide azotique au dernier terme : l'ammoniaque. Pour suivre le chemin inverse par voie d'oxydation, les difficultés paraissent devoir être plus grandes encore; le problème, attaqué de divers côtés à la fois, semble à l'heure actuelle à la veille d'être résolu. La difficulté consiste ici à ne pas dépasser le terme intéressant, l'azotite, et seule l'étude méthodique des deux transformations a) $AzH^3 \rightarrow AzO^2H$ et b) $AzO^2H \rightarrow AzO^3H$ a permis de trouver la solution en montrant l'importance de l'alcalinité, la nécessité d'employer une anode de fer pour éviter l'oxydation de l'azotite, et l'utilité d'ajouter de l'hydrate d'oxyde de cuivre dans les solutions pour faciliter l'oxydation cherchée.

Ces recherches récentes ont été poursuivies simultanément par W. Traube et A. Biltz⁵ et par Erich Muller et F. Spitzer⁶.

L'étude de cette série de réactions intéressantes, si elle montre la souplesse des procédés électrolytiques, montre aussi combien il faut opérer méthodiquement pour arriver à mettre au point les réactions qui paraissent les plus simples quand elles ne sont pas envisagées au point de vue quantitatif. L'importance des notions de potentiel d'oxydation et de réduction électrolytiques s'y affirme d'une manière continue.

Ch. Marie,
Docteur ès sciences,
Préparateur d'Electrochimie
à la Faculté des Sciences de Paris.

§ 5. — Zoologie

Les pêcheries du banc d'Arguin. — M. Gruvel, chef de la Mission chargée d'étudier sur place les moyens d'utiliser le poisson qui abonde à la côte d'Afrique, notamment au banc d'Arguin, a exposé récemment devant la Société de Géographie du Sud-Ouest les résultats obtenus.

La question principale à trancher était de savoir si le poisson africain peut être séché et utilisé sous cette forme pour la consommation, ou s'il doit être conservé dans l'huile. C'est une question très discutée. Or, les deux modes de conservation peuvent être employés, mais non pour les mêmes poissons. La sécherie établie sur la côte d'Afrique a donné de bons résultats; aussi elle a été transférée à Saint-Louis, où l'on va apprendre aux Noirs du Sénégal à sécher le poisson suivant la méthode instituée par la Mission. Ce poisson est voisin de la morue, et, à ce titre, il peut rendre de sérieux services à la consommation, bien que ne présentant pas toutes les qualités commerciales de la morue.

La sole y est extrêmement abondante et d'excellente qualité; la Mission en rapporte des filets conservés dans l'huile. Les mullets y sont aussi en quantité prodigieuse : en deux heures, on a pêché 3.500 kilogs de ce poisson. Enfin, il existe des langoustes qui peuvent rivaliser comme goût avec les langoustes de France.

Le sel qui a servi à saler le poisson rapporté par la Mission provient des salines situées le long de la côte mauritanienne. Ce sel est légèrement rose, mais il devient blanc dès qu'il a été un peu lavé.

Pour conclure, M. Gruvel pense qu'il y a au banc du Lévrier (Arguin) un gros avenir pour l'exploitation du poisson et du sel, qui s'y trouvent en abondance.

§ 6. — Physiologie

Un dispositif pour la production de l'anesthésie électrique. — Dans un récent numéro de la *Revue*¹, nous avons donné un aperçu d'un nouveau procédé d'anesthésie, dû au Dr Redard, et où les effets calmants de la lumière bleue étaient mis à profit.

D'autre part, on se rappelle les expériences sur l'anesthésie par les courants intermittents à basse tension, exécutées il y a quelque temps par M. Stéphane Leduc, professeur à l'École de Médecine de Nantes. L'apparition sur le marché d'un dispositif pratique, construit suivant les données de ce savant, permet actuellement aux médecins d'appliquer cette intéressante méthode à l'abri des incertitudes qui pourraient en compromettre le succès.

Les courants capables de produire soit l'inhibition parfaite de l'activité du cerveau, soit l'anesthésie locale de quelque partie du corps humain ou animal, ont l'intensité minime de 0,002 à 0,004 ampère sous une différence de potentiel variant entre 30 et 50 volts. Leurs remarquables effets sont dus uniquement à l'intermittence rapide de ces courants, interrompus et rétablis 4.000 à 5.000 fois par minute.

Pour produire l'anesthésie générale, on fixe sur le dos l'électrode positive, bien plus grande que la négative, qui, à son tour, s'attache sur le front. Dans le cas, au contraire, de l'anesthésie locale, de la main, par exemple, l'électrode positive entoure le bras, tandis que la négative se place sur l'un quelconque des nerfs postérieurs du poignet : la partie de la main régit par ce nerf devient alors immédiatement insensible à toute douleur. Il est vrai de dire que la production de la narcose générale ne va pas sans une sensation plutôt désagréable, mais qui ne tarde pas à diminuer. Les contractures des muscles du visage et du cou et le fourmillement ressenti d'abord dans les doigts de la main, puis dans ceux des pieds, ne présentent cependant rien d'inquiétant. Les centres du langage sont les

¹ *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. VII, p. 831, 1900.

² *Zeitschrift f. anorg. Chemie*, t. XXXI, p. 287, 1902.

³ *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. III, p. 546, 1896.

⁴ *Zeitschrift f. anorganische Chemie*, t. XXVI, p. 11, 1900.

⁵ *Berichte*, t. XXXVII, p. 3130, 1904 et t. XXXVIII, p. 828, 1905.

⁶ *Berichte*, t. XXXVIII, p. 778 et 1188.

¹ Voir la *Revue* du 30 avril 1905.

premiers à être affectés, après quoi les centres moteurs du cerveau subissent à leur tour une inhibition complète. Bien que la respiration soit légèrement gênée, il n'y a aucun trouble sérieux à craindre, d'autant plus que le pouls n'est affecté en aucune façon. Aussitôt que le courant est interrompu, les sujets reprennent immédiatement connaissance et, loin de subir des sensations ultérieures désagréables, éprouvent plutôt un sentiment de bien-être et de fraîcheur corporelle.

Les expériences définitives sur l'homme ont été précédées d'une série d'essais sur plusieurs mammifères.

Le dispositif employé pour ces expériences, qui est construit par MM. Reiniger, Gebbert et Schall, à Erlangen, consiste en un petit électro-moteur portant sur son axe un disque en matière isolante, dans la périphérie duquel deux à quatre segments métalliques sont encastrés. Le courant est amené d'un côté au moteur qu'il actionne, tandis que l'autre borne est reliée à deux balais mobiles glissant sur la périphérie du disque sous une faible pression. Le circuit, qui, du reste, contient une forte résistance, comporte une dérivation contenant les deux balais de contact et menant, à travers un contact glissant sur les fils du rhéostat, aux électrodes appliquées au sujet en expérience. Le courant traversant cette dérivation est interrompu et rétabli dans une succession très rapide; toutes les fois que les deux balais sont métalliquement réunis à travers un segment de pile, une fermeture se produit, qui est suivie d'une interruption quand les balais viennent se placer sur deux segments différents ou que l'un d'eux se trouve dans l'intervalle isolateur séparant deux segments consécutifs.

Un des facteurs les plus importants est le rapport des temps de fermeture et d'interruption du courant; pour réaliser la valeur 1 : 10 préconisée par M. Leduc, il faut régler le nombre de tours du moteur et la position relative des deux balais de contact.

Ce dispositif sert, non pas seulement à la production de l'anesthésie générale ou locale, mais encore à l'électrisation du corps humain, de préférence à la bobine à induction, permettant la détermination précise de tous les facteurs dont dépendent les effets du courant.

Alfred Gradenwitz.

§ 7. — Sciences médicales

La théorie parasitaire du cancer. — Une discussion très importante vient d'avoir lieu sur ce sujet à la Société de médecine berlinoise¹. Des savants comme les Professeurs Orth, von Hansemann, O. Israël, comme les D^{rs} Ziegler, Aschoff, Ribbert et Marehand, ont été unanimes à déclarer, au nom de l'Anatomie pathologique, que rien, absolument rien, n'autorise à considérer le cancer comme une maladie infectieuse. Leur argumentation est basée avant tout sur la spécificité de la cellule cancéreuse, car un adénome ne peut donner qu'un adénome, un épithélioma pavimenteux ne peut donner qu'un épithélioma pavimenteux, et ainsi de suite, que l'inoculation se fasse par contiguïté ou qu'il y ait une métastase dans un organe éloigné. Si donc l'agent du cancer est un parasite, ce parasite a des propriétés singulières : quel que soit le tissu dans lequel il pénètre, il provoquera toujours une néoformation identique, reproduisant la tumeur primitive, ce qui est absolument contraire à ce que nous savons sur les réactions cellulaires; de plus, on sait que les cellules de l'organe envahi se comportent d'une façon absolument passive à l'égard du noyau métastatique, qui les repousse, qui se fait un nid au milieu d'elles, sans provoquer de leur côté d'autres réactions. Pour les anatomo-pathologistes, cela s'explique très bien si l'on admet que la métastase se fait par la pénétration de la cellule cancéreuse elle-même : or, la présence de cette cellule a été constatée dans les lymphati-

ques et les vaisseaux sanguins de l'organe envahi. Sans doute, on a invoqué l'inoculabilité du cancer, mais cette inoculabilité, telle qu'elle est pratiquée, n'est qu'une simple greffe, une transplantation de tissu cancéreux d'un animal sur un autre. Pour que les inoculations cancéreuses soient absolument probantes, il eût fallu, disent-ils, reproduire le cancer par inoculation de tissu cancéreux filtré, ne contenant pas de cellules cancéreuses vivantes. Or, cette expérience, d'après eux, n'a jamais réussi.

Cependant, M. Haaland², dans un travail récent, vient de citer une expérience unique où l'injection, à la souris, de liquide filtré de cancer trituré a provoqué, au bout de quatre semaines, l'apparition d'une tumeur à la vulve. Sans doute, une telle expérience, pour avoir une grande valeur, devrait être répétée plusieurs fois. Il n'en est pas moins vrai que les recherches que cet auteur vient de faire à l'Institut Pasteur sont une contribution très importante à la théorie parasitaire du cancer. Chez les souris, il a pu observer des tumeurs qui apparaissent spontanément et qui, par leur structure, rappellent certaines formes de cancer chez l'homme. Ces tumeurs possèdent, en outre, la propriété de produire des métastases, et leur inoculation à d'autres souris donne souvent des résultats positifs. On a même vu le cancer se manifester chez ces animaux, sous forme de véritables endémies, surtout dans les cas où l'on faisait vivre, dans la même cage, une souris cancéreuse au milieu de souris saines. Enfin, M. Haaland fait remarquer que la prolifération épithéliale dans le cancer est parfaitement comparable à celle que l'on observe dans la clavelée ou le molluscum pendulum des oiseaux. Tout ceci, donc, semble plaider en faveur de l'existence d'un virus, théorie séduisante, qu'il appartient à l'avenir de vérifier.

§ 8. — Géographie et Colonisation

La culture du Coton en Afrique. — Il nous paraît intéressant de résumer les résultats positifs obtenus par l'Association cotonnière anglaise, en indiquant les quantités de coton produites cette année sous les auspices de l'Association :

Afrique occidentale, 8.000 balles (*type américain*), 1.750.000 francs;

Afrique orientale, 10.000 balles (*type égyptien*), 2.500.000 francs;

Indes occidentales, 5.000 balles (*type sea-land*), 2.500.000 francs.

L'Association, en publiant ces résultats, reproduit la déclaration qu'elle avait faite lors de sa fondation : Elle ne désire pas cultiver le coton elle-même, mais encourager d'autres à le faire, et, dans des pays tels que l'Ouest africain, créer une industrie indigène. Cette politique économique comporte donc deux choses : donner à l'industrie anglaise, aujourd'hui tributaire de l'Amérique, de nouvelles sources pour la matière première; créer dans les possessions tropicales de l'Angleterre une culture nouvelle et indigène, laquelle, en augmentant la puissance d'achat des Noirs, aura pour effet d'augmenter le chiffre d'affaires entre eux et l'Angleterre.

§ 9. — Enseignement et Sociétés

Le Congrès de l'Enseignement commercial. — La Société internationale pour le développement de l'Enseignement commercial avait organisé un Congrès qui vient de se tenir à Liège.

M. Jacques Siegfried y a lu un important Rapport sur l'état actuel de l'enseignement commercial dans le monde entier. Il a passé en revue, pour les seize principaux pays, cet enseignement à ses quatre degrés : faculté de commerce ou école des hautes études commerciales; enseignement moyen, dont les établisse-

¹ *Berliner klinische Wochenschrift*, 1905, n^{os} 11, 12 et 13, et *Deutsche Klinik*, 1905, n^o 17.

² *Annales de l'Institut Pasteur*, 1905, n^o 3, p. 165.

ments prennent d'ordinaire le titre d'écoles supérieures de commerce ou d'académies de commerce; enseignement élémentaire, comprenant les écoles primaires supérieures commerciales et les écoles pratiques de commerce; enfin, cours commerciaux d'apprentis ou d'adultes.

Le rapporteur a montré que, dans ces dernières années, les efforts de tous les pays pour développer leur commerce international ont surtout provoqué la création et le développement d'écoles d'un degré de plus en plus élevé; si bien qu'aujourd'hui on voit s'établir de véritables Facultés de Commerce, qui jouent pour cet enseignement le même rôle que les Universités pour l'enseignement général. Ces facultés se créent principalement en Allemagne, en Autriche, aux Etats-Unis, et l'Angleterre elle-même, autrefois si réfractaire à l'enseignement commercial, essaie en ce moment de rattraper le temps perdu.

Au pôle opposé, c'est-à-dire en ce qui concerne l'enseignement élémentaire, on s'occupe activement de l'instruction commerciale des apprentis et employés de commerce. Beaucoup de pays ont déjà déclaré obligatoire la fréquentation de ces écoles ou cours du soir. La France elle-même incline dans ce sens, ainsi que le montre le travail de M. Cohendy à la dernière session du Conseil supérieur de l'Enseignement technique.

Après avoir parlé du remarquable développement de l'enseignement commercial au Japon, le rapporteur a conclu que, de tous les faits et de tous les chiffres cités par lui, se dégageait pour tous l'importance considérable et croissante que l'enseignement commercial à tous les degrés a prise dans la lutte ardente, mais pacifique, que se livrent les nations pour le développement de la richesse publique et la marche progressive de la civilisation.

La question de l'enseignement commercial des femmes a fait l'objet d'une discussion intéressante, dans laquelle on a montré que la femme a tout profit à recevoir cet enseignement, qui non seulement peut lui servir à gagner sa vie, mais surtout doit lui être utile pour la direction de sa maison quand elle se marie.

M. Habenicht, membre de la Chambre de Commerce de Leipzig, a demandé que les programmes des Ecoles supérieures ne soient pas uniformes, mais varient avec les besoins de leurs régions.

M. Wauters, inspecteur de l'Enseignement technique en Belgique, est d'avis que l'on imite, pour les hautes études, les écoles françaises, qui, à côté de cours généraux communs à tous les élèves; ont organisé des sections coloniales, consulaires, etc.

A propos des écoles de perfectionnement (cours du soir pour apprentis et pour adultes), l'opinion générale a été que les pays où ces cours ne sont pas obligatoires, tout au moins jusqu'à l'âge de dix-huit ans, devraient légiférer dans ce sens, afin d'améliorer la valeur de leur personnel commercial.

Le Congrès a décidé, pour la clarté des discussions futures, d'uniformiser les dénominations des différents degrés de l'enseignement commercial pour le monde entier. A cet effet, une Commission spéciale a été nommée, dont M. Jacques Siegfried est le président.

La session s'est terminée par la nomination à la présidence, pour une période de trois années, de M. Rombaut, inspecteur général de l'Industrie et du Travail à Bruxelles; de ce fait, le siège de la Société sera, pendant cette période, fixé en Belgique.

Le monument Dehéraïn-Sanson-Mussat à l'Ecole de Grignon. — On a inauguré le dimanche 18 juin, à l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon, un monument élevé en mémoire de MM. P.-P. Dehéraïn, membre de l'Institut, professeur de Chimie agricole, Sanson, professeur de Zootechnie, et Mussat, professeur de Botanique. Le monument, œuvre du sculpteur L'Hoeste, se compose d'une stèle en pierre, dans laquelle sont encastrés trois médaillons en bronze, représentant les traits des regrettés savants. Une figure

en haut-relief, une bergère, leur adresse l'hommage de l'Agriculture. Le monument a été placé dans le parc, à peu près à l'endroit où s'élevait l'ancien laboratoire, aujourd'hui détruit, dans lequel M. Dehéraïn a travaillé pendant plus de vingt-cinq ans.

Au nom de l'Association amicale des anciens élèves, qui avait pris l'initiative de son érection, M. Marcel Vacher a remis le monument à l'Etat, représenté par M. Ruau, ministre de l'Agriculture. M. Rouard, ancien élève de l'Ecole, a prononcé l'éloge de M. Sanson, M. Dumont, professeur de Chimie agricole, celui de M. Dehéraïn, et M. Viger celui de M. Mussat. Enfin, le Ministre de l'Agriculture a reçu le monument et exprimé les remerciements du Gouvernement à l'Association des anciens élèves et aux souscripteurs.

Premier Congrès fédératif international d'Anatomie. — L'Association des Anatomistes, sous la présidence de M. le Professeur Sabatier (de Montpellier), tiendra sa réunion annuelle à Genève, du 6 au 10 août 1903.

Cette réunion aura cette année un intérêt exceptionnel. En effet, après entente, l'*Anatomical Society*, l'*Anatomische Gesellschaft*, l'*Association of American Anatomists*, l'*Unione zoologica italiana*, ont convoqué leurs adhérents au même lieu et à la même date pour tenir leurs séances scientifiques en commun avec l'*Association des Anatomistes*. Ce sera donc un véritable Congrès fédératif, auquel tous les anatomistes sont invités au nom du Comité d'organisation genevois (M. le Professeur Eternod, président) et des bureaux des diverses Sociétés.

§ 10. — Sciences diverses

A propos de la Représentation proportionnelle. — Nous recevons de M. L. Rouyer la lettre suivante :

« Je suis dans l'obligation de faire un nouvel appel à votre courtoisie pour répondre à une insinuation de M. Meyer, qui me met en cause d'une façon fort inattendue dans votre numéro du 30 mai dernier.

« M. Meyer tire argument de ce qu'en me citant moi-même, j'ai assez habilement modifié mon texte par la suppression de deux mots. Je suis contraint d'avouer, à ma courte honte, que la constatation de M. Meyer est naturellement exacte. J'avais écrit, comme l'indique M. Meyer : « En effet, ce qui caractérise l'avantage dont jouit une liste n'est pas le nombre absolu des sièges qu'on lui attribue, mais bien plutôt le rapport de ce nombre au nombre des électeurs de cette liste. »

« La suprême habileté que me reproche M. Meyer consiste à omettre les deux mots : *bien plutôt*. Il est heureux que je n'aie pas aggravé mon cas par quelques fautes d'orthographe; mais, en tout état de cause, il est incontestable que la suppression incriminée bouleverse totalement le sens de la phrase et je m'en voudrais amoindrir par un commentaire quelconque la portée de l'argumentation que M. Meyer s'est efforcé d'en tirer.

« J'ajouterai même, pour mettre le comble à ma sincérité, que, dans ma Note sur la Représentation proportionnelle, j'ai commis, sur un point d'ailleurs insignifiant, une légère erreur de calcul, qui m'a été signalée par M. Philippe, membre du Comité de la Ligue, et qui, fort heureusement, paraît avoir échappé à M. Meyer.

« Je n'ai, d'ailleurs, pas l'intention d'abuser de votre obligeance en prolongeant cette discussion quelque peu byzantine, tout à fait en dehors du cadre d'une revue scientifique, et qu'il ne me convient pas de poursuivre sur le terrain où M. Meyer semble vouloir la placer.

« Veuillez agréer, etc. »

L. Rouyer.

Nous considérons cette discussion comme close dans nos colonnes.

LA RESPIRATION DES PLANTES VERTES¹

Il y a cinquante ans, alors que M. Berthelot commençait à peine ses mémorables recherches sur la synthèse des composés organiques, il était impossible d'expliquer, non seulement l'apparition des principes immédiats dans la plante, mais encore la suite des métamorphoses qu'ils y subissent incessamment pendant toute la durée de son évolution; on rapportait alors généralement tous ces phénomènes à une même cause mystérieuse, la *force vitale*, agissant sur quelque chose de non moins mystérieux, la *matière vivante*.

Aujourd'hui, grâce surtout aux progrès de la Chimie organique, qui ont permis de reproduire artificiellement tous les principes végétaux simples, ces mots n'ont plus de raison d'être parce qu'ils n'ont plus de sens. Les forces vitales se confondent avec celles que nous utilisons au laboratoire, la substance vivante n'est plus que de la matière animée par de l'énergie, bref, tous les problèmes biologiques se trouvent comporter une solution commune : la détermination des forces, physiques ou chimiques, qui interviennent dans telle ou telle fonction.

Le plus souvent, cette solution nous échappe; parfois, elle nous apparaît aussi claire et aussi satisfaisante qu'on pouvait l'espérer, dans l'état actuel de nos connaissances : c'est précisément le cas de la respiration des plantes, dont la théorie biochimique est devenue l'une des bases les plus solides de la Physiologie végétale.

I. — RESPIRATION NORMALE.

On appelle ainsi l'échange gazeux qui s'effectue à l'obscurité entre l'atmosphère et la plante, au cours de sa vie aérobie; comme chez les animaux, elle se manifeste au dehors par une absorption d'oxygène et une émission d'acide carbonique, dont le but est de fournir à la cellule l'énergie qui lui est nécessaire; on la définit habituellement par ce qu'on appelle le coefficient respiratoire CO^2/O , c'est-à-dire par le rapport en volumes des deux gaz échangés, et l'on en mesure l'intensité par la valeur de l'un ou l'autre des termes de ce rapport.

Le dégagement d'acide carbonique qui s'observe lorsqu'une plante respire est naturellement en rapport avec les phénomènes d'oxydation qui s'accomplissent à l'intérieur de la cellule, par conséquent avec l'absorption concomitante d'oxygène; il n'en est pourtant pas la conséquence

immédiate, ainsi qu'on pourrait le croire si l'on comparait la respiration végétale à la simple combustion d'un fragment de carbone. En réalité, les deux actes de la fonction respiratoire gardent vis-à-vis l'un de l'autre une certaine indépendance, qui se traduit à l'extérieur par des variations incessantes et souvent considérables du rapport CO^2/O . On voit même l'émission d'acide carbonique se poursuivre en l'absence d'oxygène, ce qui nous conduit à admettre la présence, dans une plante quelconque, d'une réserve oxydée d'avance, autrement dit d'un intermédiaire entre le combustible initial et les produits ultimes de sa combustion; se poursuivre encore après la mort de la plante (respiration post-mortale de Reinke) et jusque vers 100° (Berthelot et André), ce qui exclut dans ce cas toute intervention diastasique : il est remarquable qu'alors le dégagement de gaz se ralentit rapidement, comme si la réserve qui lui donne naissance était fort limitée.

Il résulte de ces premières données que la respiration normale comporte deux phases distinctes, qui devront être examinées séparément; avant de le faire, il convient de définir avec exactitude les principes qui vont servir de base à nos raisonnements ultérieurs.

En Physiologie, où les phénomènes fonctionnels sont d'ordinaire trop complexes pour qu'on en puisse immédiatement discerner l'origine, on ne peut guère établir une théorie que par voie de comparaison, en meltant par exemple ces phénomènes en regard de ceux que nous observons dans nos expériences de laboratoire, *in vitro*. L'analogie des effets entraînant celle des causes, on a ainsi une première indication sur laquelle il devient facile d'échafauder une hypothèse, et, si les conséquences en sont d'accord avec l'observation, la théorie est fondée : on l'admettra jusqu'à ce que de nouveaux faits, incompatibles avec elle, viennent en démontrer l'insuffisance ou l'inexactitude.

Dans le cas particulier qui nous occupe, on devra rechercher les conditions qui favorisent plus spécialement l'émission d'acide carbonique ou l'absorption d'oxygène : l'étude des variations du quotient respiratoire va nous les faire connaître.

On sait, d'après Palladin, Purjewicz, Mangin, Dehérain et Maquenne, etc., que le rapport CO^2/O s'abaisse, c'est-à-dire que l'absorption de l'oxygène augmente, quand la plante est gorgée de sucres ou qu'elle se trouve soumise à une basse température; qu'il croît, au contraire, c'est-à-dire que le dégagement d'acide carbonique devient prépondérant,

¹ Leçon professée au Muséum d'Histoire naturelle, le 4 avril 1905.

quand la plante est riche en acides organiques ou que la température s'élève; dans le premier cas, l'acidité du suc cellulaire augmente, ce dont il est facile de s'assurer par deux titrages alcalimétriques comparatifs; dans le second, elle diminue.

L'absorption d'oxygène et l'émission d'acide carbonique sont donc en rapport étroit avec la transformation des principes neutres en acides, d'une part, et la disparition de ceux-ci, d'autre part, d'où cette conclusion naturelle que le premier acte a pour effet de créer des acides et le second celui de les décomposer.

Les acides végétaux représentent, par conséquent, les intermédiaires dont nous supposons ci-dessus l'existence, entre les principes élaborés et ceux que rejette la fonction respiratoire; ce sont, pour la plante, de véritables réservoirs d'oxygène combiné, qui se remplissent et se vident tour à tour, suivant les circonstances qui président à son développement. C'est peut-être à cette aptitude particulière que le règne végétal doit de résister mieux que le règne animal à l'asphyxie par défaut d'oxygène; mais, avant de conclure, voyons si cette hypothèse concorde avec les autres données que nous fournissent la Chimie et la Physiologie végétale.

Les deux processus que nous venons d'admettre provisoirement, à savoir la formation préalable d'acides, par fixation d'oxygène sur les sucres, et leur décomposition subséquente, avec dégagement de gaz carbonique, sont en tout conformes à ce que l'on sait des transformations réciproques de ces corps. Toutes les fois, en effet, que l'on soumet un hydrate de carbone à l'action d'un réactif oxydant, comme l'acide azotique ou même le noir de platine, en présence de l'air, on voit apparaître de nouveaux composés à fonction acide, et l'on sait qu'il est possible, au moyen des sucres, de reproduire artificiellement l'acide tartrique, l'acide malique, l'acide succinique, l'acide oxalique et bien d'autres produits du même ordre, jusqu'aux acides amidés qui entrent dans la constitution des albuminoïdes.

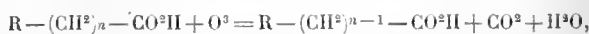
D'autre part, les acides organiques, dont la formule générale peut s'écrire $R - CO^3H$, ont une tendance manifeste à se dédoubler en gaz carbonique et un résidu RH, lequel est généralement combustible et peut à son tour, en fixant de l'oxygène, se transformer en un nouvel acide moins riche en carbone; c'est ainsi que l'acide benzoïque donne du benzène, l'acide acétique du méthane, l'acide lactique de l'alcool, etc. Le dédoublement de l'acide lactique en alcool et CO^2 est même aujourd'hui considéré comme l'origine commune de ces deux corps dans la fermentation alcoolique.

Remarquons, en passant, qu'il peut ainsi se former de nouveaux sucres moins riches en carbone que les corps générateurs: l'arabinose, le xylose et

l'érythrose, dont l'érythrite représente le produit d'hydrogénation, dérivent incontestablement du glucose et de l'idose de la série gauche par un mécanisme semblable à celui que réalise la réaction classique de Ruff, c'est-à-dire par oxydation et perte de gaz carbonique.

C'est une réaction du même genre qui se produit pendant la respiration des graines oléagineuses: l'acide gras initial $CH^3 (CH^2)^n CO^3H$, mis en liberté par saponification lipasique de l'huile en réserve, commence par perdre de l'acide carbonique, puis le résidu s'oxyde, dégage une seconde molécule de CO^2 , et ainsi de suite, en sorte qu'il se forme toute une série d'acides gras nouveaux, inférieurs au premier, tout comme si l'on avait traité l'huile primitive par l'acide azotique bouillant.

Ce mode de dégradation progressive, que nous ne saurions mieux comparer qu'à la combustion d'une mèche d'amadou, est absolument d'accord avec cette observation de Müntz, que les acides gras extraits par l'éther d'une graine oléagineuse germée renferment d'autant plus d'oxygène que la germination est plus avancée, également d'accord avec la valeur 0,6 que Godlewski a trouvée pour le quotient respiratoire des mêmes graines. La transformation d'un acide gras quelconque en son homologue immédiatement inférieur, suivant la formule générale:



ne peut, en effet, se produire qu'avec la condition $CO^2/O = 0,67$, nombre qui se confond avec le précédent.

En résumé, les deux phases caractéristiques de la respiration normale chez les plantes correspondent respectivement aux schémas:

- I. Sucres ou analogues + $O =$ acides + H^2O ,
- II. Acides = CO^2 + résidus acidifiables,

c'est-à-dire s'effectuent suivant une sorte de cycle que la matière élaborée parcourt sans interruption jusqu'à épuisement complet de son carbone, donnant ainsi l'illusion d'une combustion totale, au sens propre du mot.

Nous avons ici, intentionnellement, réduit ces transformations élémentaires à leur forme la plus simple; mais il est clair que, dans la cellule, il doit survenir des complications de toutes sortes. L'acide carbonique qui se forme peut être accompagné d'aldéhyde méthylique, que l'on sait prendre naissance dans toutes les combustions (Trillat); c'est même là une considération importante, qui intéresse directement la nutrition végétale et sur laquelle nous allons bientôt revenir. Si, au cours de la première phase, l'acide produit renferme moins de carbone que le corps générateur, il y aura dégagement d'acide carbonique ou d'aldéhyde for-

mique en même temps que fixation d'oxygène, c'est-à-dire combustion véritable; si, enfin, l'acide ou le résidu de sa décomposition s'unissent en chemin avec quelque autre substance, il peut arriver que le processus de dégradation s'arrête; mais ce ne sont là évidemment que des actions secondaires, toutes semblables à celles qui s'observent au laboratoire, et qui ne sauraient, plus que ces dernières, mettre en doute l'existence du cycle principal.

Celui-ci doit nécessairement changer de nature quand les conditions extérieures viennent à se modifier: nous allons voir ce qu'il devient quand, à la respiration normale, succède la respiration intracellulaire.

II. — RESPIRATION INTRACELLULAIRE.

On désigne sous ce nom la fonction qui permet aux plantes en état d'anaérobiose de dégager encore de l'acide carbonique, soit dans le vide, soit dans un gaz inerte, tel que l'hydrogène ou l'azote.

Son rôle est aussi de fournir de l'énergie chimique à la plante, mais elle est d'ordinaire moins rapide que la respiration normale et en diffère essentiellement parce qu'elle donne naissance à une quantité d'alcool équimoléculaire à celle de l'acide carbonique produit. C'est exactement le même phénomène qui s'observe, à l'intensité près, pendant la vie anaérobie de la levure; la respiration intracellulaire n'est donc autre chose qu'une fermentation alcoolique des sucres en réserve (Müntz, Godlewski, Mazé, etc.).

On pouvait le prévoir, en s'appuyant sur les seules indications de la théorie précédente; en effet, lorsque l'oxygène vient à manquer, la première phase du cycle cesse de s'accomplir et la plante se trouve réduite, pour former les acides qui lui sont nécessaires, à disloquer ses principes immédiats neutres. Or, il n'y a guère qu'un seul acide qui puisse se produire dans ces conditions: c'est l'acide lactique, que l'on voit apparaître en abondance toutes les fois qu'on attaque un sucre réducteur, à l'abri de l'air, par un réactif alcalin, c'est-à-dire favorisant par rapport à la fonction acide.

La seconde phase va donc porter à peu près exclusivement sur de l'acide lactique, ce qui nous donnera de l'alcool. La fonction ferment de la cellule en état d'anaérobiose devient ainsi un cas particulier, une conséquence nécessaire des réactions dont elle est le siège pendant sa vie normale, qui vient confirmer de la façon la plus complète et la plus inattendue l'exactitude de la théorie.

Il ne nous reste plus qu'à faire voir comment les sucres, inaltérables à l'air lorsqu'ils sont purs, arrivent à s'oxyder dans la plante vivante. L'action,

se produisant à froid, ne peut être que le résultat d'une catalyse; le phénomène est simple. On sait, d'après Bertrand, que les phénols polyatomiques des séries ortho et para sont très aisément transformés en quinones au contact de l'air et d'une oxydase; d'autre part, Ciamician et Silber ont fait voir que la benzoquinone oxyde les sucres au soleil; ceux-ci devront donc être attaqués par le système *air-oxydase-hydroquinone*, suivant le cycle:

- I. Hydroquinone + O
= quinone + H²O (en présence d'oxydases).
- II. Quinone + sucres
= hydroquinone + produits oxydés (à la lumière).

L'hydroquinone ordinaire C⁶H⁶O² existe en nature dans le règne végétal, les dérivés de l'acide gallique y sont universellement répandus; ces deux réactions peuvent donc s'accomplir en toute liberté, et c'est peut-être là l'un des rôles importants que la nature a dévolus aux tannins.

La théorie biochimique de la respiration nous apparaît exacte, parce qu'elle est exempte de toute hypothèse et repose tout entière sur des données expérimentales ou des analogies évidentes; il en est une autre, d'origine plus récente, qui ne tient aucun compte de ces données ni de ces analogies. On peut s'attendre à ce qu'elle ne soit pas toujours d'accord avec l'expérience; nous allons voir ce qu'il faut en penser.

III. — LA FERMENTATION ALCOLIQUE DANS LA RESPIRATION NORMALE.

Partant de ce principe que la vie anaérobie n'est qu'une simplification de la vie normale et que toutes les réactions qui s'accomplissent dans le premier cas doivent aussi s'accomplir dans le second, les défenseurs de cette hypothèse admettent que la fermentation alcoolique, à peu près seule en jeu dans la respiration intracellulaire, continue à se produire avec la même énergie au contact de l'air. L'acide carbonique que dégagent les plantes à l'obscurité a ainsi toujours la même origine, et les deux modes respiratoires diffèrent seulement par ce fait que l'alcool produit conserve sa forme et s'accumule quand la plante est privée d'oxygène, tandis que, dans les conditions ordinaires, il s'oxyde et est assimilé.

Les schémas représentatifs de la respiration normale sont alors:

- I. Sucre = alcool + CO²;
- II. Alcool + O = produits assimilables (sucres et autres).

On voit que la phase *fixation d'oxygène* ne vient ici qu'après la phase *dégagement d'acide carbonique*; c'est exactement l'inverse de ce que suppose la théorie biochimique, mais ceci n'a pas d'import-

tance, car il est évidemment impossible d'établir la priorité de l'un ou de l'autre de ces deux actes, si bien superposés qu'ils ne se séparent qu'au moment où l'on supprime l'oxygène dans l'atmosphère ambiante.

Il nous paraît plus difficile d'admettre, ainsi que le suppose la première partie du cycle précédent, que l'acide carbonique dégagé par la respiration normale provient d'une fermentation alcoolique.

Tout semble, en effet, démontrer que cette fermentation est caractéristique de la vie sans air et incompatible avec l'aérobiose; la levure elle-même ne prospère qu'en présence d'oxygène, alors qu'elle ne forme que peu ou point d'alcool, et elle n'arrive pas, ainsi qu'on l'observe d'ailleurs avec nombre d'organismes réputés anaérobies, à vivre indéfiniment sans régénérer de temps à autre sa substance au contact de ce gaz.

Cela tient, nous dit-on, à ce que la levure n'utilise plus son alcool qui, pour devenir assimilable, a besoin du concours de l'oxygène; mais alors, si l'alcool est un produit intermédiaire entre les sucres fermentescibles et les principes plus complexes, en d'autres termes le résultat d'une semi-digestion, quelque chose de comparable à ce qu'est une peptone par rapport à un albuminoïde proprement dit, la levure devrait l'assimiler à l'état libre, mieux et plus rapidement que les sucres, qui nécessitent de sa part une dépense considérable de zymase.

Or, il n'en est rien : la levure n'absorbe pas l'alcool, et à ce point de vue ses facultés digestives semblent notablement inférieures à celles des ferments acétiques ou des citromyces, car ceux-ci sont capables de se nourrir de vinaigre ou d'acide citrique quand leur alimentation devient insuffisante; en réalité, l'alcool est pour la levure un produit d'excrétion, un véritable déchet, qu'elle ne peut plus utiliser et dont l'énorme abondance suffit à démontrer que la respiration intracellulaire n'est pas un processus normal, car le rôle des plantes, à quelque ordre qu'elles appartiennent, est de créer de la matière organique complexe et non de détruire celle qu'on leur offre.

Il en est de même chez les végétaux supérieurs qui, non seulement n'assimilent pas l'alcool ordinaire, mais encore lui préfèrent manifestement l'alcool méthylique.

Certaines moisissures, et en particulier l'*Eurotopsis Gayoni*, qui a été l'une des bases de l'hypothèse en question, peuvent, il est vrai, se nourrir d'alcool et l'utiliser à la confection de leurs tissus; mais les organismes qui possèdent cette faculté sont rares et, nous rappelant qu'il est toujours dangereux, surtout en Physiologie, de généraliser l'exception, nous nous garderons bien de voir là une propriété caractéristique de la cellule végé-

tales, de même que nous nous gardons de considérer comme telle la faculté que possèdent certains êtres inférieurs de nitrifier l'ammoniaque ou de fixer l'azote libre.

Il est d'ailleurs fort difficile, sinon impossible, de saisir le mécanisme qui, dans le cas des plantes à chlorophylle, présiderait à cette assimilation de l'alcool : le processus de la fermentation n'est pas réversible, et cependant, si l'alcool est un aliment de la cellule, il doit pouvoir s'y transformer à nouveau en sucres, matériaux nécessaires à l'élaboration des albuminoïdes et des tissus celluloseux. Mais alors quelle serait la raison d'être de ce cercle vicieux que la plante se verrait obligée de parcourir sans trêve, élaborant des hydrates de carbone pour les décomposer et les reconstituer ensuite avec leurs propres débris? Il est regrettable que, sur ce point délicat, les partisans de la respiration zymasique ne nous aient pas mieux renseignés.

Certains croient que l'alcool, en s'oxydant, donne de l'aldéhyde, qui, en présence d'ammoniaque, se convertit en matières protéiques, que la cellulose même n'est pas un dérivé des sucres, mais bien le résultat d'un travail de désassimilation des matières vivantes.

L'énoncé seul de semblables affirmations suffit à en faire apprécier la valeur; nous ne nous arrêterons pas à les discuter; il est infiniment plus sage de laisser de côté les albuminoïdes, qui n'ont rien à faire avec l'aldéhyde, et de continuer à voir dans la cellulose un véritable produit d'assimilation, le mieux caractérisé peut-être, à ce point de vue, de tous les principes végétaux, en tout cas l'un des plus abondants, des plus nécessaires et des plus étroitement liés aux hydrates de carbone solubles.

Dans l'état actuel de la science, nous ne voyons qu'un moyen de concevoir la transformation de l'alcool en sucres dans l'*Eurotopsis Gayoni* et ses congénères : c'est de supposer que, par oxydation, cet alcool se change partiellement en aldéhyde formique, c'est-à-dire subit une nouvelle dégradation qui le ramène à l'origine commune de tous les composés organiques naturels, telle qu'elle se présente à nous dans la cellule à chlorophylle insolée.

La même difficulté surgit quand on cherche à interpréter, dans l'hypothèse d'une fermentation alcoolique, le mécanisme de la respiration chez les graines oléagineuses dont l'acide est saturé d'hydrogène. La suite de réactions



que l'on nous propose à ce sujet est inacceptable, parce que la première est chimiquement impossible. Il nous faut alors, comme précédemment, redescendre jusqu'à l'aldéhyde formique, ce qui

suppose une désagrégation totale de la molécule primitive, pour expliquer la transformation apparente, dans une graine oléagineuse germée, de la matière grasse en sucre.

Il y a là, sans doute, un procédé de synthèse très général; peut-être même l'acide carbonique devient-il parfois directement assimilable : il est, en effet, certain que les combustions internes développent dans la graine germée une somme d'énergie considérable, de l'ordre de celle que le soleil fournit à une même masse de feuilles vertes, suffisante pour permettre, dans certaines circonstances, la sortie des radicules, même à l'abri de l'air (Godlewski), et nous savons d'un autre côté, par l'exemple bien connu des organismes nitrifiants, que l'énergie chimique peut, en pareil cas et en l'absence complète de chlorophylle, produire les mêmes effets que l'énergie lumineuse. Mais ce n'est là qu'une hypothèse indémontrable et d'ailleurs parfaitement inutile à la défense de la théorie biochimique; je n'insiste pas.

On peut encore se demander comment il se fait, puisque l'alcool ordinaire, nous dit-on, se produit incessamment pendant l'évolution des plantes, qu'on ne le rencontre pas dans leurs tissus perméables plus fréquemment et en plus grande abondance. Souvent il est impossible d'en déceler même la présence dans 100 kilog. de matière végétale fraîche, alors qu'on en retire parfois jusqu'à 30 grammes d'alcool méthylique pur : ce n'est certainement pas parce qu'il est assimilé, puisque les plantes l'absorbent moins bien que son homologue inférieur; c'est donc que la respiration aérobie n'en forme pas, ou n'en forme qu'accidentellement et dans une proportion négligeable.

Pour ce qui est de l'alcool méthylique, il n'est pas certain qu'il préexiste en aussi forte quantité à l'état libre dans la plante : ce corps peut prendre naissance au cours de la distillation elle-même, par hydrolyse d'un quelconque de ses éthers ou de ses acétals, voire même de quelque combinaison formale indéterminée; il n'en est pas moins vrai qu'il a dû, à un moment donné, se produire plus aisément que l'alcool ordinaire, ce qui vient une fois de plus affirmer la prépondérance, dans la nutrition végétale, des composés méthyliques sur les composés éthyliques.

L'hypothèse de la fermentation alcoolique se trouve, enfin, en contradiction complète avec les principes d'économie qui régissent les phénomènes de la végétation. Une plante ne peut s'accroître que si elle assimile plus de substance qu'elle n'en perd dans le même temps, et, pour arriver à ce résultat, elle doit conserver avec le plus grand soin ses produits élaborés, les maintenir constamment

à l'abri de toute cause de destruction, et surtout ne les consommer jamais qu'avec la plus grande parcimonie; en particulier, elle ne doit en brûler que juste la quantité qui lui est nécessaire pour entretenir son existence, et dans des conditions telles qu'il en résulte le maximum d'énergie.

Or, tandis que la combustion totale d'une molécule de glucose, quels que soient, d'ailleurs, le nombre et la nature des intermédiaires qui peuvent momentanément prendre place entre l'état initial et l'état final, donne six molécules d'acide carbonique, sa fermentation n'en dégage que deux : le rendement est donc trois fois moins économique dans le second cas que dans le premier.

Ce raisonnement suppose que l'alcool résultant de la fermentation est perdu; s'il est finalement brûlé, l'énergie totale reprendra la même valeur que précédemment; mais alors pourquoi choisir ici comme intermédiaire un corps qui n'existe pas dans la plante, de préférence aux acides organiques qui, au contraire, s'y rencontrent en profusion?

Un pareil gaspillage de sucre s'explique en l'absence d'oxygène, parce qu'alors la plante est menacée d'asphyxie et que tous les moyens sont bons pour échapper au péril; il ne se comprend plus et devient absurde dans la respiration normale, qui met à sa disposition des sources d'énergie infiniment plus avantageuses.

En un mot, l'hypothèse qui consiste à voir dans la respiration végétale une fermentation continue des sucres élaborés ne repose sur aucun fondement capable de soutenir la discussion; en désaccord constant avec les faits observés, elle n'explique rien que l'ancienne théorie biochimique n'explique mieux qu'elle, et, en conséquence, elle doit être définitivement rejetée.

C'est par là que nous terminerons ce rapide exposé d'un sujet qui nous a toujours paru l'un des plus simples, parmi ceux que nous offre la Physiologie végétale, et dont il est nécessaire, dans l'intérêt même de la science, d'écarter les erreurs et les hypothèses tendancieuses qui viennent parfois le compliquer sans motif.

Nous les éviterons sûrement en nous rappelant que la respiration est une combustion, par conséquent une vulgaire réaction chimique, qui obéit à des lois connues, qui ressort exclusivement de la science expérimentale, dans laquelle, enfin, il est au moins inutile de faire intervenir à nouveau l'antique notion de substance vivante, qui, pour les physiologistes d'autrefois, n'a jamais eu d'autre objet que de masquer leur ignorance des phénomènes biologiques.

L. Maquenne,

Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

LE PRINCIPE DE PASCAL

ESSAI HISTORIQUE

La plupart des physiciens ont si fort accoutumé de nommer *Principe de Pascal* le principe fondamental de l'Hydrostatique que plusieurs seraient surpris d'apprendre que les lois essentielles de cette science eussent été connues avant Pascal. Cependant, on sait communément que, dès la fin du xvi^e siècle, Simon Stevin de Bruges était parvenu à donner une théorie complète de l'équilibre des liqueurs; toutefois, les démonstrations de Stevin procèdent par des voies si différentes de celles que Pascal a suivies que les découvertes du premier ne semblent rien ôter à l'originalité du second, et que celui-ci paraît avoir inventé de nouveau tout ce que celui-là connaissait déjà. Volontiers donc, on admire ce que l'auteur des *Provinciales* a écrit touchant l'équilibre des liqueurs comme un type de recherches absolument personnelles, comme un modèle de la méthode par laquelle un physicien parvient à la vérité, sans autres maîtres que l'expérience et le raisonnement. Une telle opinion est-elle fondée? Une telle admiration s'adresse-t-elle à ce qui, dans l'œuvre de Pascal, mérite, en effet, d'être admiré? C'est ce que nous nous proposons d'examiner.

I. — QUELQUES EXTRAITS DU « TRAITÉ DE L'ÉQUILIBRE DES LIQUEURS ».

Mettons, d'abord, sous les yeux du lecteur quelques passages du *Traité de l'équilibre des liqueurs*⁴; ces citations rendront plus aisées les comparaisons qu'il nous faudra faire :

« CHAPITRE I. — *Que les liqueurs pèsent suivant leur hauteur.*

« Si on attache contre un mur plusieurs vaisseaux (fig. 1), l'un tel que celui de la première figure; l'autre penché, comme en la seconde; l'autre fort large, comme en la troisième; l'autre étroit, comme en la quatrième; l'autre qui ne soit qu'un petit tuyau qui aboutisse à un vaisseau large par en bas, mais qui n'ait presque point de hauteur comme en la cinquième figure, et qu'on fasse à tous des ouvertures pareilles par en bas, lesquelles on bouche pour retenir l'eau; l'expérience

fait voir qu'il faut une pareille force pour empêcher tous ces tampons de sortir, quoique l'eau soit en une quantité toute différente en tous ces différents vaisseaux; parce qu'elle est à une pareille hauteur en tous : et la mesure de cette force est le poids de l'eau contenue dans le premier vaisseau, qui est uniforme en tout son corps; car, si cette eau pèse cent livres, il faudra une force de cent livres pour soutenir chacun des tampons, et même celui du vaisseau cinquième, quand l'eau qui y est ne pèserait pas une once.....

« Si cette eau vient à glacer et que la glace ne prenne pas au vaisseau, comme en effet elle ne s'y attache pas d'ordinaire, il ne faudra à l'autre bras

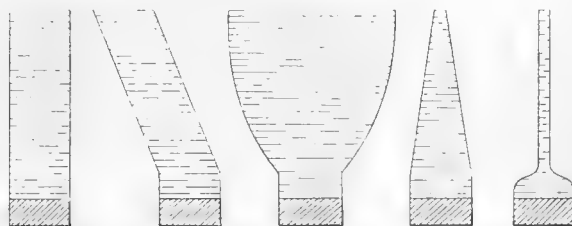


Fig. 1.

de la balance qu'une once pour tenir le poids de la glace en équilibre; mais, si on approche contre le vaisseau du feu qui fasse fondre la glace, il faudra un poids de cent livres pour contrebalancer la pesanteur de cette glace fondue en eau, quoique nous ne la supposions que d'une once.

« La même chose arriveroit, quand ces ouvertures que l'on bouche seroient à côté, ou même en haut; et il seroit même plus aisé de l'éprouver en cette sorte.

« Il faut avoir un vaisseau clos de tous côtés, et y faire deux ouvertures en haut, une fort étroite, l'autre plus large, et souder sur l'une et sur l'autre des tuyaux de la grosseur chacun de son ouverture; et on verra que si on met un piston au tuyau large, et qu'on verse de l'eau dans le tuyau menu, il faudra mettre sur le piston un grand poids, pour empêcher que le poids de l'eau du petit tuyau ne le pousse en haut : de la même sorte que, dans les premiers exemples, il falloit une force de cent livres pour empêcher que le poids de l'eau ne les poussât en bas, parce que l'ouverture étoit en bas; et si elle étoit à côté, il faudroit une pareille force pour empêcher que le poids de l'eau ne repoussât le piston vers ce côté. Et quand le tuyau plein d'eau

⁴ Ce *Traité* fut, par les soins de Périer, publié à Paris, chez G. Desprez, en 1663, c'est-à-dire un an après la mort de Pascal; il étoit sûrement beaucoup plus ancien; en effet, lorsqu'en 1658 Pascal s'occupait, dans les conditions que l'on sait, du problème de la cycloïde, il avait, depuis plusieurs années, renoncé à toute recherche scientifique.

seroit cent fois plus large ou cent fois plus étroit, pourvu que l'eau y fût toujours à la même hauteur, il faudroit toujours un même poids pour contre-peser l'eau; et si peu qu'on diminue le poids, l'eau baissera et fera monter le poids diminué.

« Mais si on versoit de l'eau dans le tuyau à une hauteur double sur le piston pour contre-peser l'eau; et de même si on faisoit l'ouverture où est le piston double de ce qu'elle est, il faudroit doubler la force nécessaire pour soutenir le piston double : d'où l'on voit que la force nécessaire pour empêcher l'eau de couler par une ouverture est proportionnée à la hauteur de l'eau, et non pas à sa largeur; et que la mesure de cette force est toujours le poids de toute l'eau qui seroit contenue dans une colonne de la hauteur de l'eau, et de la grosseur de l'ouverture.

« CHAPITRE II. — *Pourquoi les liqueurs pèsent suivant leur hauteur.*

« On voit, par tous ces exemples, qu'un petit filet d'eau tient un grand poids en équilibre : il reste à montrer quelle est la cause de cette multiplication de force; nous allons le faire par l'expérience qui suit :

« Si un vaisseau plein d'eau, clos de toutes parts, a deux ouvertures, l'une centuple de l'autre; en mettant à chacune un piston qui lui soit juste, un homme poussant le petit piston égalera la force de cent hommes, qui pousseront celui qui est cent fois plus large, et en surmontera quatre-vingt-dix-neuf.

« Et quelque proportion qu'aient ces ouvertures, si les forces qu'on mettra sur les pistons sont comme les ouvertures, elles seront en équilibre. D'où il paroît qu'un vaisseau plein d'eau est un nouveau principe de mécanique, et une machine nouvelle pour multiplier les forces à tel degré qu'on voudra, puisqu'un homme, par ce moyen, pourra enlever tel fardeau qu'on lui proposera.

« Et l'on doit admirer qu'il se rencontre en cette machine nouvelle cet ordre constant qui se trouve en toutes les anciennes, savoir le levier, le tour, la vis sans fin, etc., qui est que le chemin est augmenté en même proportion que la force. Car il est visible que, comme une de ces ouvertures est centuple de l'autre, si l'homme qui pousse le petit piston l'enfonçoit d'un pouce, il ne repousseroit l'autre que de la centième partie seulement... De sorte que le chemin est au chemin, comme la force à la force; ce que l'on peut prendre même pour la vraie cause de cet effet : étant clair que c'est la même chose de faire faire un pouce de chemin à cent livres d'eau, que de faire faire cent pouces de chemin à une livre d'eau; et qu'ainsi, lorsqu'une livre d'eau est tellement ajustée avec cent livres d'eau, que les cent livres ne puissent se remuer d'un pouce qu'elles ne fassent remuer la livre de cent pouces,

il faut qu'elles demeurent en équilibre, une livre ayant autant de force pour faire faire un pouce de chemin à cent livres, que cent livres pour faire faire cent pouces à une livre.

« On peut encore ajouter, pour plus grand éclaircissement, que l'eau est également pressée sous ces deux pistons; car, si l'un a cent fois plus de poids que l'autre, aussi, en revanche, il touche cent fois plus de parties; et ainsi chacune l'est également; donc toutes doivent être en repos, parce qu'il n'y a pas plus de raison pourquoi l'une cède que l'autre...

« Voici encore une preuve qui ne pourra être entendue que par les seuls géomètres, et peut être passée par les autres.

« Je prends pour principe que jamais un corps ne se meut par son poids, sans que son centre de gravité descende. D'où je prouve que les deux pistons... sont en équilibre en cette sorte; car leur centre de gravité commun est au point qui divise la ligne qui joint leurs centres de gravité particuliers en la proportion réciproque de leurs poids; qu'ils se meuvent maintenant, s'il est possible : donc leurs chemins seront entre eux comme leurs poids réciproquement, comme nous avons fait voir : or, si on prend leur centre de gravité commun en cette seconde situation, on le trouvera précisément au même endroit que la première fois;.... donc les deux pistons, considérés comme un seul corps, se sont mus, sans que le centre de gravité commun soit descendu; ce qui est contre le principe : donc ils ne peuvent se mouvoir : donc ils seront en repos, c'est-à-dire en équilibre, ce qu'il fallait démontrer.

« Prenons donc pour très véritable qu'un vaisseau plein d'eau ayant des ouvertures et des forces à ces ouvertures qui leur soient proportionnées, elles sont en équilibre; et c'est le fondement et la raison de l'équilibre des liqueurs, dont nous allons donner plusieurs exemples.

« CHAPITRE III. — *Exemples et raisons de l'équilibre des liqueurs.*

« Si un vaisseau plein d'eau a deux ouvertures, à chacune desquelles soit soudé un tuyau; si l'on verse de l'eau dans l'un et dans l'autre à pareille hauteur, les deux seront en équilibre.

« Car leurs hauteurs étant pareilles, elles seront en la proportion de leurs grosseurs, c'est-à-dire de leurs ouvertures; donc les deux eaux de ces tuyaux sont proprement deux pistons pesant à proportion des ouvertures : donc ils seront en équilibre par les démonstrations précédentes. »

Ces quelques extraits contiennent ce que Pascal a écrit de tout à fait essentiel touchant le principe de l'Hydrostatique. Les propositions qui y sont

énoncées ont-elles été fournies à l'auteur des *Pensées* par sa seule raison appliquée à la méditation des effets que la Nature lui offrait? En a-t-il, au contraire, trouvé le germe « dans les livres et parmi les hommes »? Ce sont questions auxquelles nous allons essayer de répondre.

II. — L'INFLUENCE DU P. MARIN MERSENNE.

Afin de mieux déterminer les influences que Pascal a pu et dû subir au cours de ses recherches sur l'équilibre des liqueurs, voyons dans quelles circonstances il fut amené à entreprendre ces recherches.

Ces circonstances, Pascal lui-même va nous les conter : « En l'an 1644, dit-il ¹, on écrivit d'Italie au R. P. Mersenne, minime à Paris, que l'expérience dont nous parlions ² y avait été faite, sans spécifier en aucune sorte qui en étoit l'auteur : si bien que cela demeura inconnu entre nous. Le P. Mersenne essaya de la répéter à Paris, et, n'y ayant pas entièrement réussi, il la quitta et n'y pensa plus. Depuis, ayant été à Rome pour d'autres affaires, et s'étant exactement informé du moyen de l'exécuter, il en revint pleinement instruit.

« Ces nouvelles nous ayant été, en l'année 1646, portées à Rouen, où j'étais alors, nous y fîmes cette expérience d'Italie sur les Mémoires du P. Mersenne, laquelle ayant très bien réussi, je la répétai plusieurs fois; et, par cette fréquente répétition, m'étant assuré de sa vérité, j'en tirai des conséquences, pour la preuve desquelles je fis de nouvelles expériences très différentes de celle-là, en présence de plus de cinq cents personnes de toutes sortes de conditions, et entre autres de cinq ou six pères jésuites du Collège de Rouen. »

C'est donc « sur les Mémoires du P. Mersenne » que Pascal commença à faire des expériences d'Hydrostatique; et, assurément, Mersenne, qu'aucune recherche scientifique ne laissait indifférent, ne se désintéressa pas de ces expériences entreprises par le fils d'un de ses amis, son ami lui-même; dans le dernier ouvrage qu'il ait publié, le savant religieux nous apprend ³ qu'il a répété certaines expériences sur le vif argent « devant le R. P. Vazier, philosophe très subtil, plusieurs autres Jésuites et devant les deux célèbres Messieurs Pascal »; dans le même ouvrage, il men-

tionne ⁴ les premières observations de Pascal. Le P. Mersenne fut donc très intimement mêlé aux premiers essais de Blaise Pascal sur la mécanique des fluides, et l'on peut être assuré que celui-ci eut exacte communication de ce que celui-là avait écrit à ce sujet.

Or, en 1644, c'est-à-dire au moment même où l'expérience du vif argent venait à sa connaissance, Mersenne publiait un ouvrage ⁵ où, comme en la plupart des écrits du laborieux minime, les sujets les plus divers se trouvaient traités en grand désordre. L'équilibre et le mouvement des fluides étaient l'objet de plusieurs chapitres de cet ouvrage; en un de ces chapitres, nous lisons ³ les passages suivants :

« ... VIII. — Sur une surface plane et horizontale, le poids de l'eau sera égal à celui d'une colonne d'eau qui aurait cette surface pour base et pour hauteur la distance verticale de cette surface à la surface libre de l'eau....

« IX. — La proposition précédente semblera fort étonnante si l'on songe qu'il en découle cette conséquence : sur le fond d'un vase quelconque, une seule livre d'eau peut peser autant que mille livres, voire même que l'Océan tout entier. Imaginons, en effet, que l'Océan et la livre d'eau se trouvent contenus en deux vases ayant des fonds égaux; supposons que la base du second vase soit surmontée d'un tube si étroit que la livre d'eau y monte aussi haut que l'Océan dans l'autre vase; cette livre d'eau pressera le fond du second vase autant que l'Océan presse le fond du premier....

« XI. — Supposons que l'on veuille plonger un bâton dans l'Océan; que l'Océan soit enfermé dans un vase dont le fond l'empêche de s'écouler, tandis que le couvercle le presse par-dessus pour l'empêcher de monter; il ne pourra y parvenir s'il n'a une puissance qui contienne le poids du bâton autant de fois que la surface de l'Océan contient la base du bâton.

« XII. — Si donc, par un trou de ce couvercle, le bâton plongeait dans le vase en question, le couvercle éprouverait, de la part de l'eau qui se trouve au-dessous de lui, une pression de bas en haut égale à la pression de haut en bas qu'il subirait s'il devait porter un cylindre de bois ayant même hauteur que le bâton et même base que le couvercle du vase où la mer est contenue. En outre, le bâton et le cylindre de bois exerceraient exactement la même pression sur les parois laté-

¹ Lettre de PASCAL à M. de Ribeyre, premier président de la Cour des aides de Clermont-Ferrand (*Œuvres complètes de BLAISE PASCAL*, t. III, p. 71; Paris, Hachette, 1880).

² Il s'agit de l'expérience de Torricelli.

³ *Novarum observationum physico-mathematicarum F. MARINI MERSENNI Minimi, tomus III, quibus accessit ARISTARCHUS SAMUS de mundi systemate*, Parisiis, Sumptibus Antonii Bertier, viâ Jacobæâ, sub signo Fortunæ, MDCXLVII, p. 218.

⁴ MERSENNE : *Op. cit.*, p. 91.

⁵ F. MARINI MERSENNI *Minimi Cogitata physico-mathematica*, in quibus tam naturæ quam artis effectus admirandi certissimis demonstrationibus explicantur; Parisiis, sumptibus Antonii Bertier, viâ Jacobæâ, MDCXLIV.

³ F. MARINI MERSENNI *Cogitata physico-mathematica; Ars navigandi; Hydrostaticæ liber primus*, pp. 227-229.

rales du vase ; si l'on perceait une ouverture dans les parois du vase, ou dans le fond, ou dans le couvercle, il faudrait, pour empêcher l'eau de s'échapper, employer une force égale au poids du cylindre correspondant.

« XIII. — Si l'eau venait à se congeler, le rapport de mouvements et de vitesses que nous avons considéré ci-dessus n'aurait plus lieu. »

Ces pages étaient publiées dès 1644, deux ans avant que Pascal ne débutât dans l'étude de l'Hydrostatique ; elles étaient sûrement connues de lui avant qu'il ne s'essayât en cette science. Or, si nous les rapprochons des fragments, cités ci-dessus, du *Traité de l'équilibre des liqueurs*, nous ne pouvons, entre les unes et les autres, méconnaître une frappante analogie. Certes, la forme si particulière de chacun des deux esprits a imprimé sa marque, très profondément, dans les deux écrits que nous comparons ; là où l'imagination exubérante de Mersenne cherche des figures saisissantes, des énoncés d'allure paradoxale, la raison de Pascal se montre soucieuse, avant tout, d'ordre et de clarté ; Pascal se contente de mettre en balance une livre et cent livres ; à une livre d'eau, Mersenne oppose l'Océan tout entier. Mais, sous ces différences tout extérieures, ne retrouvons-nous pas les mêmes vérités ? N'est-il pas évident que Pascal a tiré des *Cogitata physico-mathematica* les propositions les plus importantes que formule le *Traité de l'équilibre des liqueurs* ? N'est-il pas certain que le principe de la presse hydraulique se trouve clairement énoncé dans l'écrit du savant religieux, que le *Principe de Pascal* pourrait plus justement se nommer *Principe de Mersenne* ? L'influence de Mersenne ne se reconnaît-elle pas jusqu'en cette ingénieuse remarque qu'il suffirait de congeler l'eau pour que les lois de son équilibre en fussent toutes changées ?

Pascal a donc, pour constituer son Hydrostatique, largement puisé à la science du P. Mersenne.

Or, puiser à la science de Mersenne, c'était s'abreuver à la tradition scientifique de l'Europe tout entière ; de même, en effet, qu'il se chargeait de mander aux savants des divers pays les découvertes faites en France¹, de même le P. Mersenne s'était donné mission de faire connaître aux Français tout ce que les étrangers produisaient d'important en Mécanique et en Physique. Pascal put

done, par cet intermédiaire, profiter de tout ce que l'on avait acquis de plus certain touchant l'équilibre des liqueurs ; des multiples influences qu'il éprouva de la sorte, nous allons relever les traces nombreuses.

III. — L'INFLUENCE DE SIMON STEVIN.

Parmi les recherches d'Hydrostatique que Pascal a dû connaître par les écrits de Mersenne, il faut citer en première ligne celles de Simon Stevin.

En l'œuvre mathématique de Simon Stevin (1548-1620), la Statique attire aussitôt l'attention par son importance et par l'originalité des principes dont elle se réclame¹ ; mais, en cette Statique même, nulle partie n'est, par sa rigueur et par sa nouveauté, plus digne d'admiration que l'Hydrostatique.

Ce que Stevin a écrit sur la pression exercée par les fluides pesants nous offre, en effet, l'exemple, bien rare dans l'histoire de la Physique, d'une œuvre qui paraît presque entièrement spontanée ; tandis que les découvertes hydrostatiques de Benedetti et de Galilée, dont nous aurons à parler plus loin, se rattachent par des liens encore visibles à des pensées émises par des auteurs plus anciens, notamment par Léonard de Vinci, les théorèmes énoncés par Stevin, aussi bien que les méthodes par lesquelles le géomètre brugeois les a établis, semblent isolés de toute tradition.

La première proposition de Stevin, touchant la pression que les fluides pesants exercent sur les parois qui les contiennent, est énoncée en ces termes² :

« Sur une surface plane et horizontale, le poids de l'eau sera égal à celui d'une colonne d'eau qui aurait cette surface pour base, et pour hauteur la distance verticale de la surface à la surface libre de l'eau. »

Pour établir cette proposition, Stevin commence par la regarder comme évidente dans le cas où la surface considérée est le fond d'un vase qui a la figure d'un cylindre droit et qui est rempli par le liquide ; il l'étend ensuite à tous les cas possibles en faisant usage d'un artifice que nul, depuis Héron d'Alexandrie, ne paraît avoir employé ; cet artifice consiste à supposer qu'on ne trouble pas l'équilibre d'une masse d'eau en *solidifiant* une partie quelconque de cette masse.

La proposition ainsi obtenue avait été au moins

¹ Lorsque Pascal, en 1647, eut fait imprimer son petit écrit intitulé : *Nouvelles expériences touchant le vide*, et « en eut fait tenir en toutes les villes de France où il avoit l'honneur de connoître des personnes curieuses de ces matières », « le P. Mersenne, ne se contentant pas d'en voir par toute la France, lui en demanda plusieurs pour les envoyer, comme il fit, en Suède, en Hollande, en Pologne, en Allemagne, en Italie et de tous les côtés » (*Lettre, déjà citée, de PASCAL à M. de Ribeyre*).

¹ Nous avons analysé les principes de la Statique de Stevin dans notre ouvrage : *Les origines de la Statique*, chapitre XII : Simon Stevin (*Revue des Questions scientifiques*, 3^e série, t. VII, janvier 1905).

² SIMONIS STEVINI : *Tomus quartus mathematicorum hypomnematum ; de Statica* ; liber, quartus Staticæ : de hydrostaticis elementis, 8 theorema 10 propositio, p. 119.

entrevue avant les recherches de Stevin; il n'en est pas de même, croyons-nous, de celles que présente ensuite le géomètre brugeois; celles-ci ont pour objet de déterminer la grandeur, la direction et le point d'application de la poussée exercée par un liquide pesant sur une paroi verticale ou oblique; de ce problème, non résolu jusqu'à lui, Stevin donne une solution complète, aujourd'hui classique; et l'extrême ingéniosité du procédé par lequel il obtient cette solution demeure digne d'admiration, bien que la rigueur en puisse être contestée.

A ses *Éléments d'Hydrostatique*, Stevin joignit bientôt un livre sur les *Principes de l'Hydrostatique pratique*; de la proposition que nous avons reproduite, il y tirait cette conséquence¹:

« Supposons que les deux fonds AB et CD (fig. 2) soient égaux entre eux; supposons aussi que la hauteur EF soit égale à la hauteur GH; mais ima-

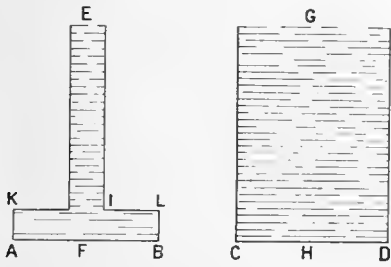


Fig. 2.

ginons que le volume IE qui surmonte l'eau KLAB soit plus petit que la partie correspondante du volume GCD, de telle sorte que l'eau contenue dans EAB pèse une livre, tandis que l'eau contenue dans GCD pèse dix livres; admettons encore que GCD soit un cylindre dont, par conséquent, le volume sera décuple de EAB. Nous affirmons cependant que le fond AB éprouve une poussée tout aussi grande que celle du volume GCD sur le fond CD. »

De ce corollaire, de diverses autres conséquences qui découlent des lois formulées aux *Éléments d'Hydrostatique*, Stevin donne des vérifications expérimentales ingénieuses et variées; encore aujourd'hui, la plupart de ces vérifications se retrouvent, nullement modifiées, dans nos manuels élémentaires; elles sont reproduites dans les cours de nos Lycées.

Les *Éléments d'Hydrostatique* de Stevin, rédigés en langue flamande, parurent d'abord à Leyde², en 1586, en même temps que les *Éléments de*

Statique. En 1608, Stevin les comprit dans le deuxième volume de la collection de ses *Mémoires de Mathématiques*³, rédigés en langue flamande. Cette collection fut, en même temps, traduite en latin⁴ par Willebrordus Snellius; la Statique, avec l'Hydrostatique, en forma le tome IV. Enfin, en 1634, Albert Girard donna une traduction française⁵ des *Hypomnemata mathematica*.

Mais le P. Mersenne n'avait pas attendu la traduction d'Albert Girard pour porter à la connaissance des géomètres français les découvertes que Simon Stevin avait faites dans le domaine de l'Hydrostatique. Dès 1626, l'actif minime avait donné une curieuse collection de petits traités⁶ écrits en latin; chacun de ces petits traités se compose d'une suite de propositions, empruntées à divers auteurs, et reproduites sans aucune figure ni démonstration; l'un de ces traités, par exemple, donne tous les théorèmes des *Éléments* d'Euclide. L'autre tous les énoncés qui se rencontrent dans les œuvres d'Archimède. Or, au livre III du traité intitulé *Mecanicorum libri*, nous trouvons la copie de toutes les propositions formulées par Stevin en ses *Éléments d'Hydrostatique*; le nom de Stevin n'est pas prononcé en ce livre III, mais, au début du livre II, Mersenne avait eu soin de le citer, avec Guido Ubaldo del Monte, comme un des auteurs dont il allait reproduire les pensées.

Mersenne ne se contenta pas de cette première publication. En 1644, il inséra de nouveau, dans ses *Cogitata physico-mathematica*, les énoncés des lois hydrostatiques découvertes par Stevin⁷. C'est parmi ces énoncés, c'est à titre de corollaires de l'un d'entre eux, qu'il développait les considérations que nous avons reproduites au paragraphe précédent.

¹ *Wisconstige Gedachtenissen*, inhondende t'ghene daer hem in gheoeffent heeft den Doorlychtichsten hoochgeboren Vorst ende Heere, Maurits Prince van Orangien, Grave van Nassau, ... beschreven deur SIMON STEVIN van Brugghe, tot Leyden, inde Druckerye van Jan Bouvvensz, int Jaer MDCVIII.

² *Hypomnemata mathematica*, quo comprehenduntur ea in quibus sese exercuit illustrissimus, illustrissimo et antiquo stemmate ortus Princeps ac Dominus Mauritius, Princeps Aulicus, Comes Nassoviae, ... conscripta a SIMONE STEVINO Brugensi, Lugodini Batavorum, ex officina Joannis Patii, Academiae typographi. Anno MDCV.

³ *Œuvres mathématiques de SIMON STEVIN* de Bruges, où sont insérés les Mémoires mathématiques esuelles l'est exercé le Tres-haut et Tres-illustre Prince Maurice de Nassau, Prince d'Aurenge, ... par Albert Girard Samielois Mathematicien. A Leyde, chez Bonaventure et Abraham Elsevier, Imprimeurs ordinaires de l'Université. Anno MDCXXXIV.

⁴ *Synopsis mathematica*, ad clarissimum virum D. Jacobum Latus, Doctorem medicum Parisiensem. Lutetia, ex officina Rob. Stephani. MDCXXVI. — L'ouvrage ne porte aucun nom d'auteur, mais le privilège du Roi est accordé au P. MARIN MERSENNE, religieux de l'ordre des Minimes.

⁵ F. MARINI MERSENI *Cogitata physico-mathematica*; Ars Navigandi; Hydrostaticae liber primus.

¹ STEVIN: *Op. cit.*; liber quintus Staticae: de initiis praxis Hydrostaticae; p. 117.

² *De Beghinselen des Waterwichts*, beschreven dver SIMON STEVIN van Brugghe, tot Leyden, inde Druckerye van Christoffel Plantijn, by François van Raphelingen; MDLXXXVI.

Il nous apparaît maintenant comme assuré que Pascal, avant d'entreprendre aucune recherche sur l'équilibre des liqueurs, connaissait tout ce que Stevin avait découvert à ce sujet; il en avait trouvé le résumé dans les livres de Mersenne et, d'ailleurs, il est vraisemblable qu'il ne s'était pas contenté de ce résumé et qu'il avait pris connaissance des écrits mêmes du géomètre brugeois. Il n'avait donc pas eu à découvrir par lui-même la proposition qui domine tout le *Traité de l'équilibre des liqueurs*.

IV. — L'INFLUENCE DE GIOVANNI-BATTISTA BENEDETTI.

Entre plusieurs des propositions énoncées par Pascal et celles que Stevin a formulées, il existe une incontestable analogie, et cette analogie n'a plus rien qui nous puisse surprendre; mais, à côté de cette analogie, une différence importante mérite d'être signalée.

Stevin a exclusivement étudié la pression exercée sur les parois des vases par les liquides pesants que ces vases contiennent; jamais il ne s'est demandé comment une pression, étrangère au poids même du liquide, et exercée sur ce liquide par un piston chargé, se transmettait à un autre piston; Mersenne, au contraire, et Pascal après lui, ont regardé ce problème comme essentiel et, ce faisant, ils ont découvert le principe de la presse hydraulique.

L'attention de Mersenne s'est-elle portée d'une manière entièrement spontanée vers ce nouveau problème? A-t-elle, au contraire, été attirée vers lui par quelque influence autre que celle de Stevin? C'est, croyons-nous, à cette seconde question qu'il faut répondre d'une manière affirmative, et l'influence qu'il convient ici d'invoquer nous paraît être celle de Giovanni-Battista Benedetti.

Le recueil d'écrits, composés par Benedetti, qui a été publié en 1585 sous le titre de *Diversarum speculationum liber* renferme une lettre, non datée¹, adressée par l'auteur à Giovanni-Paolo Capra, de Novare, maître de l'hôtel du Duc de Savoie; en cette lettre, consacrée à l'Hydrostatique, Benedetti parle incidemment de la pression qu'un liquide pesant exerce sur les parois obliques d'un vase, et le peu qu'il en dit suffit à nous montrer qu'il ne connaissait pas les lois auxquelles obéit cette pression; mais cette lettre renferme, en outre, certains passages essentiels que nous allons reproduire.

Ces passages, qu'annonce le titre même de la lettre: « De la machine qui pousse et soulève l'eau », sont les suivants :

« En une fontaine, le corps de pompe où pénètre

le piston qui chasse l'eau ne doit pas avoir un diamètre plus grand que celui du tuyau par où l'eau doit monter, et voici pourquoi: Si le premier diamètre était plus grand que le second, il faudrait que le poids du piston qui chasse l'eau fût beaucoup plus lourd que le volume d'eau capable de remplir un cylindre dont la hauteur serait celle de la fontaine et la section celle du corps de pompe.

« Soient, par exemple (fig. 3), F le conduit par lequel l'eau doit monter et AU le corps de pompe; supposons le corps de pompe AU aussi élevé que le tuyau F et plus large que lui. Imaginons que ces deux vases soient pleins à bord. Il est évident que l'eau du tuyau F suffira à résister à la poussée de l'eau du corps de pompe AU et réciproquement, bien que l'eau du vase AU surpasse en volume et en poids l'eau du vase F. Cela s'explique par ce fait que l'eau du vase AU ne pousse pas de tout son poids l'eau du tuyau F; le poids est divisé proportionnellement à la surface du fond du vase...

« Revenons aux vases AU et F. De même que l'eau contenue dans F suffit à résister à l'eau contenue dans AU, de même on pourra résister à cette dernière en remplaçant l'eau du conduit F par un poids égal de

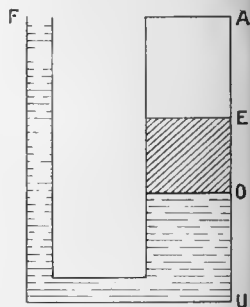


Fig. 3.

n'importe quelle matière, placée dans l'âme du tuyau F, pourvu seulement qu'il soit exactement adapté à la cavité interne du tuyau, de sorte que ni l'eau ni l'air ne puissent passer entre la surface externe de ce piston et la surface interne du tuyau. Cela va de soi. Mais, dans le corps de pompe AU, qui, par hypothèse, est plus large que le tuyau F, aucun piston ne pourra résister à la poussée de l'eau du tuyau F s'il n'est aussi lourd que toute l'eau contenue dans AU jusqu'à la hauteur du tuyau F. Si, par conséquent, l'eau du tuyau F pesait seulement une livre et si le corps de pompe AU était dix fois plus large que le tuyau F, il faudrait, pour soutenir l'eau du tuyau F, placer dans le corps de pompe AU un piston qui s'y adaptât exactement et dont le poids fût de 10 livres; pour qu'il fût en état de chasser l'eau du tuyau F, il faudrait que ce piston pesât plus de 10 livres. Imaginons que ce corps soit formé d'une matière tellement plus dense que l'eau, qu'il occupe seulement le volume EO. Le corps pesant EO suffira à pousser l'eau du tuyau F, mais un corps plus léger n'y suffirait pas. »

Benedetti a substitué un piston à une colonne d'eau de même poids, d'abord dans le tuyau étroit, puis dans le large corps de pompe; s'il eût fait cette substitution, en même temps, dans les deux tuyaux,

¹ JO. BAPTISTE BENEDETTI, patritii Veneti, philosophi *Diversarum speculationum liber*; Taurini, apud heredem Nicolai Bevilacqua, MDLXXXV; p. 287.

il eût été le véritable inventeur de la presse hydraulique; en tout cas, après avoir lu la lettre de Benedetti à Giovanni-Paolo Capra, ni Mersenne, ni Pascal n'avaient grand effort à faire pour imaginer cette presse. Mais le P. Mersenne et Blaise Pascal ont-ils lu la lettre de Benedetti?

Nous savons, par son propre témoignage, que Mersenne avait eu connaissance du *Diversarum speculationum liber* où cette lettre est insérée; ayant, en son *Harmonie universelle*¹, à user de la notion de moment d'une force pour traiter de l'équilibre de la balance, il justifie l'emploi de cette notion par ces mots : « Comme fait Jean Benoist dans son troisième chapitre sur les Mécaniques »; or, l'écrit *De mechanis* est une des parties les plus importantes du *Diversarum speculationum liber*. Il n'est pas douteux, dès lors, que Mersenne, si curieux de tout ce qui touchait la Mécanique des fluides, n'ait pris connaissance du remarquable passage que nous avons cité et ne s'en soit souvenu lorsqu'il a écrit sur l'Hydrostatique.

Par l'intermédiaire de Mersenne, Pascal a senti l'influence de Benedetti; il n'est pas invraisemblable qu'il l'ait aussi subie d'une manière immédiate, par la lecture du *Diversarum speculationum liber*; bien des analogies entre les écrits des deux auteurs suggèrent cette opinion. Pascal veut qu'on mette à chaque ouverture de la presse un piston « qui lui soit juste », tandis que Benedetti veut que le piston « soit adapté à la cavité interne du tuyau, de sorte que ni l'eau, ni l'air ne puissent passer entre la surface externe de ce piston et la surface interne du tuyau ». Benedetti explique l'équilibre de masses d'eau inégales dans des vases communicants de largeurs différentes, parce que « le poids est divisé proportionnellement à la surface du fond du vase »; Pascal observe, « pour plus grand éclaircissement, que l'eau est également pressée sous les deux pistons; car si l'un a cent fois plus de poids que l'autre, aussi en revanche il touche cent fois plus de parties ». Benedetti, de la loi des vases communicants, tire la théorie de la pompe, en admettant que l'on peut, à une colonne d'eau, substituer un piston de même poids; par une marche exactement inverse, Pascal déduit du principe de la presse hydraulique la loi d'équilibre hydrostatique entre deux tuyaux communicants, car « les eaux de ces deux tuyaux sont proprement deux pistons pesant à proportion des ouvertures ».

¹ *Harmonie universelle*, contenant la théorie et la pratique de la musique, où est traité de la nature des sons, et des mouvemens, des consonances, des dissonances, des genres, des modes, de la composition, de la voix, des chants et de toutes sortes d'instrumens harmoniques, par F. MARIN MERSENNE, de l'ordre des Minimes; à Paris, chez Sébastien Cramoisy, MDCXXXVI. Nouvelles observations physiques et mathématiques, V^e observation, p. 17.

Entre la pensée de Pascal et celle de Benedetti, il existe une affinité difficile à méconnaître.

V. — L'INFLUENCE DE GALILÉE.

Cette affinité, cependant, ne va pas jusqu'à masquer une divergence essentielle; la marche suivie par Pascal est, pour ainsi dire, inverse de celle qu'a suivie Benedetti. Pour Pascal, la loi d'équilibre des liquides en des vases communicants n'est pas un principe : c'est un corollaire; le principe des lois hydrostatiques est autre, et il se tire lui-même d'un axiome plus élevé, de l'égalité entre le travail moteur et le travail résistant, qui caractérise l'équilibre de toute machine.

Benedetti se fût bien gardé de faire appel à ce dernier principe; il y voyait un des axiomes dont se réclamait l'École de mécaniciens fondée, au XIII^e siècle, par Jordanus de Nemore; et les méthodes de cette École étaient en butte à ses plus vives critiques¹. Il était donc naturel que, fidèle à la méthode d'Archimède, il usât d'un principe, bien particulier il est vrai, mais dont la certitude expérimentale était immédiate.

Ce n'est donc point la lecture de Benedetti qui a pu suggérer à Pascal l'idée de chercher dans la presse hydraulique une machine où « le chemin est augmenté en même proportion que la force ».

Le P. Mersenne, au contraire, était vivement sollicité par le désir de rattacher les lois de l'Hydrostatique au principe des vitesses virtuelles qui, déjà, s'appliquait si heureusement aux diverses « mécaniques ». Mais il ne paraît pas avoir compris de quelle manière ce principe pouvait s'appliquer à l'équilibre des liqueurs; quelques passages de ses *Cogitata* nous montrent à quel point ses idées étaient fausses à ce sujet; tel, en particulier, le passage suivant² :

« L'effet produit, dans les assemblages de corps solides, par la distance au centre de la balance ou au point d'appui du levier, est produit, dans les corps fluides, par les diverses hauteurs des tubes et par les largeurs différentes des vases; de même, en effet, qu'un poids se meut d'autant plus rapidement qu'il est plus éloigné du centre de la balance, de même, l'eau se meut d'autant plus rapidement qu'elle est plus éloignée de son niveau dans le tube qui la contient ou; en d'autres termes, qu'elle s'élève davantage dans ce tube. Et, de même que des poids inégaux peuvent, dans les deux plateaux d'une balance, se faire équilibre par suite des lon-

¹ Cf. P. DUHEM : *Les Origines de la Statique*, chapitre X. La réaction contre Jordanus-Guido Ubaldo-Benedetti (*Revue des Questions scientifiques*, 3^e série, t. VI; octobre 1904).

² F. MARINI MERSENI *Minimi Cogitata physico-mathematica*; Ars navigandi, p. 228.

guez différentes des bras du fléau, de même des masses d'eau inégales peuvent s'équilibrer par suite des dispositions diverses des vases qui les contiennent..... »

Pascal n'eût donc pu apprendre de Mersenne l'art d'appliquer le principe des vitesses virtuelles à l'équilibre des fluides; mais il a pu l'apprendre de Galilée.

En 1612, Galilée fit imprimer un écrit sur les corps flottants¹. Le but principal de cet écrit est de réduire au principe des vitesses virtuelles les corollaires qui se déduisent du principe d'Archimède. Que cette réduction procède par une méthode qui n'est point légitime, que le principe des vitesses virtuelles, appliqué à un déplacement fini, et non à un déplacement infiniment petit, doive seulement

à un hasard heureux et tout particulier de produire des conséquences exactes, c'est ce que nous nous bornerons à mentionner en passant et sans y insister; aussi bien, ce que Galilée a écrit des corps immergés n'intéresse point directement notre sujet.

Il n'en est pas de même d'un court passage où le grand géomètre florentin ramène au principe des vitesses virtuelles la loi d'équilibre d'un liquide en deux vases communicants; traduisons ici ce passage essentiel :

« Considérons la figure ci-jointe (fig. 4); si je ne

me trompe, elle pourra servir à tirer d'erreur certains mécaniciens pratiques qui, se fondant sur de faux principes, tentent des entreprises impossibles; un vase très large EIDF se continue par le tuyau très délié ICAB; dans ces deux vases, on a versé de l'eau jusqu'au niveau LGH. Dans cette position, l'eau demeurera en équilibre, ce qui n'est point sans étonner certaines personnes; en effet, elles ne peuvent comprendre de suite comment il se peut faire que la lourde charge de la grande masse d'eau GD, en pressant vers le bas, ne soulève pas et ne chasse pas la petite quantité d'eau contenue dans le tuyau CL, alors que cette petite quantité d'eau lui dispute le passage et l'empêche de descendre. Mais cet étonnement cessera sitôt

que nous imaginerons que l'eau du gros tuyau s'abaisse du niveau GH au niveau Q, et que nous considérerons l'effet produit sur l'eau CL; pour donner place à l'eau qui s'est abaissée du niveau GH au niveau Q, il faudra nécessairement qu'elle s'élève en même temps du niveau L au niveau AB; la montée LB surpassera la descente GQ autant de fois que la largeur du vase GHD surpasse la largeur du tuyau LC ou, en d'autres termes, autant de fois que la masse d'eau contenue dans GHD surpasse la masse d'eau contenue dans LC. Mais comme, en un mobile, le *momento* de la vitesse du mouvement compense le *momento* qu'un autre mobile tire de sa gravité, qu'y a-t-il de merveilleux à ce que l'ascension très rapide de la petite quantité d'eau CL puisse résister à la très lente descente de la grande quantité d'eau GD?

« Il arrive donc en cette opération exactement la même chose qu'en la balance romaine, où un poids de 2 livres en contrepèse un de 200 livres, toutes les fois que, dans le même temps, le premier parcourt un espace cent fois plus long que le second; ce qui arrive lorsque un des bras du fléau est cent fois plus long que l'autre. »

Entre ce passage, emprunté à Galilée, et ce que nous avons lu dans Pascal, l'analogie est extrême; mais Pascal connaissait-il le *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua*?

Mersenne, à coup sûr, connaissait ce discours et le tenait en très haute estime; en ses *Cogitata physico-mathematica*, il donne un exposé fort étendu¹ de la méthode par laquelle le grand géomètre florentin a traité des corps flottants ou immergés; cet exposé est précédé d'un éloge enthousiaste de Galilée et des découvertes qui lui sont dues. Sans doute, le passage de Galilée que nous avons cité n'est ni reproduit, ni résumé par Mersenne; mais ce que celui-ci a extrait du *Discorso* suffirait, même à un esprit moins puissant que Pascal, pour retrouver les idées contenues en ce passage. Et, d'ailleurs, Pascal s'était-il contenté du résumé donné par Mersenne? N'avait-il point pris connaissance de l'œuvre même de Galilée? N'avait-il point suivi le conseil de son religieux ami qui, parlant de cette œuvre, la désignait comme²: « un petit livre subtil, écrit en italien, que je voudrais voir lu par tous les hommes studieux »?

VI. — L'INFLUENCE DE DESCARTES.

Entre les dires de Galilée et ceux de Pascal, il y a cependant une nuance, et cette nuance est telle :

¹ F. MARINI MERSENI *Minimi Cogitata physico-mathematica; De hydraulicis phenomenis*, p. 193-202.

² MERSENE : *Loc. cit.*, p. 193.

¹ *Discorso al Serenissimo Don Cosimo II, Gran Duca di Toscana, intorno alle cose che stanno in su l'acqua o che in quella si muovono, di GALILEO GALILEI, filosofo e matematico della medesima Altesa Serenissima; Firenze, 1612.* Ce discours est reproduit dans toutes les éditions des œuvres de Galilée.

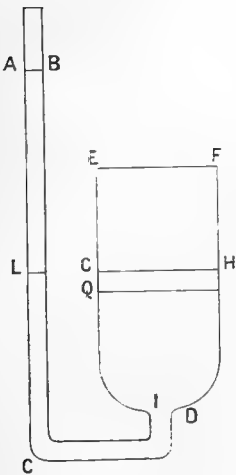


Fig. 4.

Tandis que le niveau de l'eau s'abaisse dans le tube large et s'élève dans le tube étroit, Galilée compare les vitesses simultanées de cette descente et de cette ascension; pour qu'il y ait équilibre, il veut que ces vitesses soient en raison inverse des poids d'eau qui descendent et qui montent; Pascal raisonne à peu près de même, mais ce qu'il compare ce ne sont point les vitesses avec lesquelles l'un des niveaux s'abaisse et l'autre s'élève; ce sont les chemins parcourus en cet abaissement et en cette élévation. En cette divergence entre Galilée et Pascal, nous percevons la marque très nette d'une influence nouvelle qu'a subie l'esprit de ce dernier; cette influence est celle de Descartes.

Le 5 octobre 1637, Descartes, cédant aux sollicitations de Constantin Huygens, lui envoyait¹ un petit écrit intitulé : *Explication des engins par l'ayde desquels on peut avec une petite force lever un fardeau fort pesant*; cet écrit était un véritable traité de Statique. Peu de temps après, le 13 juillet 1638, le philosophe en envoyait² à Mersenne une nouvelle rédaction, peu différente de la première, à laquelle il avait donné ce titre : *Examen de la question sçavoir si un corps pèse plus ou moins estant proche du centre de la Terre qu'en estant esloigné*.

La Statique exposée par Descartes est tirée tout entière d'un unique axiome; voici comment Descartes formule cet axiome dans la pièce qu'il adresse à Mersenne :

« Et la preuve de cecy ne dépend que d'un seul principe, qui est le fondement général de toute la Statique, à sçavoir qu'il ne faut ny plus ny moins de force pour lever un corps pesant à certaine hauteur que pour en lever un autre moins pesant à une hauteur d'autant plus grande qu'il est moins pesant, ou pour en lever un plus pesant à une hauteur d'autant moindre. Comme, par exemple, que la force qui peut lever un poids de 100 livres à la hauteur de deux pieds, en peut aussy lever un de 200 livres à la hauteur d'un pied, ou un de 50 à la hauteur de quatre pieds, et ainsy des autres, si tant est qu'elle leur soit appliquée.

« Ce qu'on accordera facilement si on considère que l'effect doit tousiours estre proportionné à l'action qui est nécessaire pour le produire, et ainsy que, s'il est nécessaire d'employer la force par laquelle on peut lever un poids de 100 livres à la hauteur d'un pied seulement, cela tesmoigne que celui-cy pèse 200 livres. Car c'est le mesme de lever 100 livres à la hauteur d'un pied, et derechef encore 100 à la hauteur d'un pied, que d'en lever

200 à la hauteur d'un pied, et le mesme aussy que d'en lever 100 à la hauteur de deux pieds. »

Ce principe de Statique fut l'objet de mainte lettre de Descartes à Mersenne¹. Descartes avait à le défendre contre certains géomètres tels que Mersenne lui-même, tels que Des Argues, qui le révoquaient en doute; ils l'avaient inexactly compris, prenant le mot *force* au sens où nous l'entendons aujourd'hui, tandis que Descartes y attachait la signification que désigne pour nous le mot *travail*. Il avait aussi à le soutenir contre les partisans de Galilée qui voulaient multiplier la puissance et la résistance non par le chemin qu'elles parcourent, mais par la vitesse dont elles sont animées; les deux règles conduisaient, en chaque cas, aux mêmes conséquences; mais celle qu'énonçait Galilée avait pour elle l'autorité des *Questions mécaniques* d'Aristote; aux tenants de cette règle, Descartes montrait qu'elle était étroitement liée aux principes, désormais insoutenables, de la Dynamique péripatéticienne, tandis que celle qu'il proposait était indépendante de la science du mouvement.

Après quelque résistance, Mersenne finit par accepter le principe de Statique que Descartes avait formulé; dûment autorisé par l'auteur, il inséra en ses *Cogitata physico-mathematica*² et l'axiome de Descartes, et plusieurs des conséquences qui s'en peuvent tirer.

Le laborieux minime avait fait part de la Statique de Descartes aux géomètres avec qui il avait commerce, entre autres à Roberval et à Des Argues; Pascal, assurément, ne fut point oublié. Il donna, nous venons de le voir, sa pleine et entière adhésion au principe qui porte toute cette Statique; il fit plus, et usa de ce principe pour justifier la loi essentielle de l'équilibre des liquides.

VII. — L'INFLUENCE DE TORRICELLI.

Pascal ne s'est pas contenté de justifier la loi fondamentale de l'Hydrostatique au moyen de l'axiome que Descartes place à la base de toute la Statique; il l'a établie encore sur cet autre principe « que jamais un corps ne se meut par son poids, sans que son centre de gravité descende ».

Cet axiome est propre, lui aussi, à porter la Statique tout entière, et Pascal en a fait l'épreuve : « J'ai démontré par cette méthode³, dans un petit *Traité de Mécanique*, la raison de toutes les multi-

¹ On trouvera l'histoire détaillée de ce principe dans notre écrit : *Les Origines de la Statique*, chapitre XIV; La Statique Française. — René Descartes (*Revue des Questions scientifiques*, 3^e série, t. VII, p. 462; 1905).

² F. MARINI MERSENNI Minimi *Cogitata physico-mathematica*; Tractatus mechanicus, p. 35.

³ PASCAL : *Traité de l'équilibre des liqueurs*, chap. II

¹ *Euvres de DESCARTES*, publiées par Ch. Adam et P. Tannery; *Correspondance*, n^o LXXXIX, t. I, p. 431.

² *Euvres de DESCARTES*, publiées par Ch. Adam et P. Tannery; *Correspondance*, n^o CXXIX, t. II, p. 222.

plications de forces qui se trouvent en tous les autres instrumens de Mécanique qu'on a jusqu'à présent inventés. Car je fais voir en tous, que les poids inégaux qui se trouvent en équilibre par l'avantage des machines, sont tellement disposés par la construction des machines, que leur centre de gravité commun ne sauroit jamais descendre, quelque situation qu'ils prissent : d'où il s'ensuit qu'ils doivent demeurer en repos, c'est-à-dire en équilibre. »

Pour retrouver l'origine du principe de Statique que Pascal invoque en ce passage, il faut remonter très haut dans le passé, jusqu'aux doctrines qu'enseignait, au milieu du xiv^e siècle, l'École nominaliste de la Sorbonne, et particulièrement Albert de Saxe; il faut suivre la tradition ininterrompue qui relie la Scolastique de l'an 1350 à Galilée. Cette œuvre, nous l'avons tentée ailleurs¹, nous ne la reprendrons pas ici; nous nous bornerons à lire les écrits où ces tendances, trois fois séculaires, ont définitivement abouti, les écrits que Pascal a dû consulter; ces écrits sont ceux de Torricelli.

En 1644, parut, à Florence, le recueil des écrits mathématiques d'Evangelista Torricelli²; parmi ces écrits se trouvait le traité *Sur le mouvement des graves*³, que Torricelli, alors disciple du P. Castelli, avait envoyé de Rome à Galilée; le vieux géomètre, relégué dans sa villa d'Arcetri, terminait dans la maladie et la cécité une vie dont les soins de Viviani adoucissaient seuls l'amertume; il appela auprès de lui l'auteur de cet admirable Traité, et Torricelli put ainsi recueillir les derniers enseignements de Galilée.

La théorie du plan incliné joue, dans le traité *Sur le mouvement des graves*, un rôle essentiel; Torricelli la tire du principe suivant⁴: « Deux graves unis ensemble ne peuvent se mouvoir d'eux-mêmes à moins que leur commun centre de gravité ne descende. »

A cet énoncé, Torricelli ajoute ce commentaire: « Lorsque deux graves sont conjoints entre eux de telle sorte que le mouvement de l'un entraîne le mouvement de l'autre, on peut les regarder comme formant un grave unique composé de deux parties, et cela que ces deux graves soient associés l'un à

(*Œuvres complètes de Blaise Pascal*, t. III, p. 87; Paris, Hachette, 1880).

¹ Aux chapitres XV et XVI de nos *Origines de la Statique*; ces chapitres seront prochainement publiés dans la *Revue des Questions scientifiques*.

² *Opera geometrica* EVANGELISTÆ TORRICELLI; Florentiæ, typis Amatoris Massæ et Laurentii de Landis, 1644.

³ *De motu gravium naturaliter descenduntium, et projectorum libri duo*, in quibus ingenium nature circa parabolicam lineam ludentis per motum ostenditur, et universa projectorum doctrina unius, descriptione semicirculi, absolvitur.

⁴ TORRICELLI: *De motu gravium*, p. 99.

l'autre par l'intermédiaire d'un levier, d'une poulie ou de n'importe quel autre mécanisme. Or, si ce grave complexe est constitué de telle sorte que son centre de gravité ne puisse descendre en aucune manière, ce grave demeurera assurément en repos dans la position qu'il occupe; faute de quoi, il se mouvrait en vain, car il se mouvrait horizontalement et ne tendrait pas vers le bas. »

Dans le traité *De motu gravium*, Torricelli a appliqué ce principe au seul équilibre d'un poids sur un plan incliné; en un autre traité¹, il en a tiré la loi d'équilibre du levier. A l'aide de ces indications, il n'était pas malaisé de déduire de ce principe la théorie des diverses machines simples; c'est ce qu'avait fait Pascal en ce petit *Traité de Mécanique* qu'il avait composé et qui ne nous est point parvenu.

D'ailleurs, il paraît certain que Pascal connaissait les écrits où Torricelli avait consigné ce nouveau principe de Statique.

En 1644, le P. Mersenne « espère² voir bientôt paraître les traités célèbres composés par le très pénétrant Torricelli, successeur de Galilée ».

Ces traités furent, en effet, bientôt connus dans le cercle des amis de Mersenne. En 1647, on ignorait encore, dans ce cercle, le nom de celui qui avait imaginé l'expérience du vif-argent; « mais, dit Pascal³, comme nous étions tous dans l'impatience de savoir qui en étoit l'inventeur, nous en écrivîmes à Rome au Cavalier del Posso, lequel nous manda, longtemps après mon imprimé, qu'elle est véritablement du grand Torricelli, professeur du duc de Florence aux Mathématiques. Nous fûmes ravis d'apprendre qu'elle venait d'un génie si illustre, et dont nous avons déjà reçu des productions en Géométrie, qui surpassent toutes celles de l'Antiquité. Je ne crains pas d'être désavoué de cet éloge par aucun de ceux qui sont capables d'en juger ».

Avant donc qu'il commençât ses recherches sur l'Hydrostatique, Pascal connaissait les *Opera geometrica* de Torricelli.

VIII. — QUEL FUT L'OBJET DE PASCAL EN COMPOSANT LE « TRAITÉ DE L'ÉQUILIBRE DES LIQUEURS ».

Sans nous demander si les enseignements de certains d'entre eux n'étaient point la tradition de penseurs plus anciens, de Léonard de Vinci⁴ par exemple, nous avons passé en revue tous ceux qui,

¹ *De dimensione parabolæ solidique hyperbolici problema duo*, p. 14.

² F. MARINI MERSENNI *Minimi Cogitata physico-mathematica; phaenomena hydraulica*, p. 193.

³ *Lettre de Pascal à M. de Ribeyre* (*Œuvres complètes de Blaise Pascal*, t. III, p. 76; Paris, Hachette, 1880).

⁴ Cf. P. DUHEM: *Thimon le Juif et Léonard de Vinci*. Cet article sera prochainement publié dans le *Bulletin Italien*.

immédiatement avant Pascal, avaient écrit sur l'équilibre des liqueurs; nous avons vu que tous, Mersenne, Stevin, Benedetti, Galilée, Descartes, Torricelli avaient exercé une influence sur l'auteur du *Traité de l'équilibre des liqueurs*; en ce traité, il ne se trouve sans doute aucune vérité qui ne tire son origine de quelqu'un de ces géomètres.

En concluons-nous que l'œuvre de Pascal est une simple marqueretterie, une rhapsodie sans originalité, dont les écrits de ses prédécesseurs ont fait tous les frais? Nous pouvons deviner ce que l'auteur des *Pensées* eût dit d'un pareil jugement; il prévoyait, en effet, que certains le porteraient, non sur le *Traité de l'équilibre des liqueurs*, mais sur l'*Apologie* dont il jetait sur le papier les immortels brouillons; et à ceux-là il répondait¹ d'avance :

« Qu'on ne dise pas que je n'ai rien fait de nouveau; la disposition des matières est nouvelle. Quand on joue à la paume, c'est une même balle dont on joue, l'un et l'autre, mais l'un la place mieux. J'aimerais autant qu'on me dit que je me suis servi des mots anciens. Et comme si les mêmes pensées ne formaient pas un autre corps de discours par une disposition différente, aussi bien que les mêmes mots forment d'autres pensées par leur différente disposition. »

Que l'on ne dise donc pas que Pascal n'a rien fait de nouveau en Hydrostatique; la disposition des matières est nouvelle.

Mersenne a tout lu de ce qui a été écrit sur l'équilibre des liqueurs; mais c'est sans aucune règle ni méthode qu'il présente, en ses écrits sans ordre, les extraits de ses lectures et ses réflexions personnelles.

Benedetti a aperçu, grâce sans doute à la tradition de Léonard de Vinci, une grande vérité, mais il n'en a tiré aucun corollaire, pas même le principe de la presse hydraulique qui s'offrait, pour ainsi dire, de lui-même.

Stevin, malgré la sévérité et la rigueur logique qu'il affecte en ses écrits, n'a pas vu que la loi de la pression exercée par un liquide sur une paroi contenait en elle les propriétés des corps flottants ou immergés; il a, tout d'abord, établi ces propriétés par une méthode directe et sans les rattacher à la loi fondamentale de l'Hydrostatique, qu'il n'a pas reliée elle-même aux principes de la Statique.

Galilée, au contraire, s'est efforcé de ramener les propriétés des corps flottants ou immergés aux lois générales de l'équilibre; mais il n'a pas tiré de ces lois la grandeur de la pression qu'un liquide exerce sur les parois qui le contiennent.

Descartes et Torricelli, enfin, ont formulé deux

principes généraux dont chacun est propre à donner toute la Science de l'équilibre; mais ni l'un ni l'autre de ces deux géomètres n'a fait l'application de son principe à l'équilibre des liquides.

Toutes les vérités qui doivent constituer l'Hydrostatique ont donc été découvertes; mais elles gisent pêle-mêle et sans rapport entre elles, attendant celui qui les ordonnera, qui les reliera les unes aux autres, qui, de ces matériaux épars, construira une doctrine logique et harmonieuse.

Pascal fut cet organisateur.

En la théorie de la pompe qu'avait indiquée Benedetti, il aperçut la vérité cardinale de l'Hydrostatique; de cette vérité, il tira, comme des corollaires, et la loi de la pression exercée par une colonne fluide, telle que Stevin l'avait formulée, et les propriétés des corps immergés, connues depuis Archimède; enfin, faisant un magnifique emploi d'une remarque de Galilée, il montra que cette vérité essentielle n'était elle-même qu'une conséquence et du principe de Descartes, et du principe de Torricelli.

Certes, une telle œuvre, où l'auteur transforme en un principe ample et fécond ce qui, chez ses prédécesseurs, n'était qu'une simple remarque, mérite d'être appelée originale :

« Je voudrais demander à des personnes équitables¹ si ce principe : « La matière est dans une incapacité naturelle et invincible de penser », et celui-ci : « Je pense, donc je suis », sont en effet les mêmes dans l'esprit de Descartes et dans l'esprit de saint Augustin, qui a dit la même chose douze cents ans auparavant.

« En vérité, je suis bien éloigné de dire que Descartes n'en soit pas le véritable auteur, quand même il ne l'aurait appris que dans la lecture de ce grand saint, car je sais combien il y a de différence entre écrire un mot à l'aventure, sans y faire une réflexion plus longue et plus étendue, et apercevoir dans ce mot une suite admirable de conséquences, qui prouve la distinction des natures matérielle et spirituelle, et en faire un principe ferme et soutenu d'une physique entière, comme Descartes a prétendu faire. Car, sans examiner s'il a réussi efficacement dans sa prétention, je suppose qu'il l'ait fait, et c'est dans cette supposition que je dis que ce mot est aussi différent dans ses écrits d'avec le même mot dans les autres qui l'ont dit en passant, qu'un homme plein de vie et de force d'avec un homme mort.

« Tel dira une chose de soi-même sans en comprendre l'excellence, où un autre comprendra une suite merveilleuse de conséquences qui nous font

¹ PASCAL : *Pensées*, Éd. Havet, Art. VII, 9.

¹ PASCAL : *De l'esprit géométrique* (PASCAL, *Pensées* Éd. Havet, p. 560).

dire hardiment que ce n'est plus le même mot, et qu'il ne le doit non plus à celui d'où il l'a appris, qu'un arbre admirable n'appartiendra pas à celui qui en aurait jeté la semence, sans y penser et sans la connaître, dans une terre abondante, qui en aurait profité de la sorte par sa propre fertilité. »

En écrivant le *Traité d'équilibre des liqueurs*, Pascal ne s'est assurément pas proposé de découvrir des propositions nouvelles, mais de ranger les propositions déjà connues de telle sorte qu'elles fussent en ordre. « Je sais un peu ce que c'est, disait-il en parlant de l'ordre¹, et combien peu de gens l'entendent. » Il se piquait davantage, d'ailleurs, de cette habileté à conduire ses pensées en une irréprochable méthode que de l'ingéniosité d'inventeur qu'il avait marquée en son œuvre de géomètre : « Je ne puis faire mieux entendre² la conduite qu'on doit garder pour rendre les démonstrations convaincantes qu'en expliquant celle que la Géométrie observe. [Mon talent]³ est bien plus de réussir à l'une qu'à l'autre..... »

Que l'on n'estime pas, d'ailleurs, besogne simple et aisée cette organisation logique de l'Hydrostatique; il y faut une force d'esprit peu commune : « Diverses sortes de sens droit⁴; les uns dans un certain ordre de choses, et non dans les autres ordres, où ils extravaguent. Les uns tirent bien les conséquences de peu de principes, et c'est une droiture de sens. Les autres tirent bien les conséquences des choses où il y a beaucoup de principes. Par exemple, les uns comprennent bien les effets de l'eau, en quoi il y a peu de principes; mais les conséquences en sont si fines qu'il n'y a qu'une extrême droiture d'esprit qui y puisse aller; et ceux-là ne seraient peut-être pas pour cela grands géomètres, parce que la géométrie comprend un grand nombre de principes, et qu'une nature d'esprit peut être telle qu'elle puisse bien pénétrer peu de principes jusqu'au fond, et qu'elle ne puisse pénétrer le moins du monde les choses où il y a beaucoup de principes. »

Il paraît donc bien vraisemblable que l'objet de Pascal n'a point été de découvrir des propositions d'Hydrostatique que nul n'ait énoncées avant lui; ce qu'il a voulu, c'est montrer comment, à partir du peu de principes d'où résultent les effets de

l'eau, on peut aller jusqu'aux conséquences les plus fines de ces axiomes.

On s'explique alors mainte particularité du *Traité de l'équilibre des liqueurs*; on comprend pourquoi le nom de l'inventeur n'accompagne l'énoncé d'aucune proposition, pourquoi Pascal n'a cité aucun de ses prédécesseurs, pas même Archimède, pas même le P. Mersenne, qui fut son ami et son initiateur en Hydrostatique. Assurément, en taisant les noms des physiciens qui avaient formulé avant lui les lois de l'équilibre des liqueurs, il ne songeait pas à se faire attribuer la découverte de ces lois; qui donc jugerait Pascal si sot et si vain qu'il se fût donné pour l'auteur du principe d'Archimède? Le motif de son silence est tout autre; ne revendiquant rien pour lui-même des vérités qu'il se proposait seulement d'ordonner, il n'avait pas à faire la part d'autrui.

Il n'a point voulu dire des nouveautés, mais seulement ranger en une suite méthodique ce que les autres avaient dit avant lui; et il n'a pas jugé que cette tâche fût indigne de son génie, car, pour la mener à bien, il fallait une extrême droiture d'esprit.

Il n'est peut-être pas inutile, aujourd'hui, de rappeler cette opinion de l'un des penseurs les plus puissants et les plus originaux que l'humanité ait produits. Les physiciens, en effet, prodiguent volontiers les témoignages de leur admiration à toute découverte d'un fait nouveau ou d'une loi imprévue; mais ils semblent priser à très bas prix les efforts de ceux qui souhaitent de mettre de l'ordre et de la méthode dans le monceau des faits que d'autres ont découverts, qui cherchent à déduire logiquement d'un petit nombre de principes la multitude des lois formulées par les inventeurs. Ne craignent-ils point d'encourir cet autre jugement de Pascal¹ : « Toutes ces personnes ont vu les effets, mais ils ne voient pas les causes; ils sont à l'égard de ceux qui ont découvert les causes comme ceux qui n'ont que les yeux à l'égard de ceux qui ont l'esprit; car les effets sont comme sensibles, et les causes sont visibles seulement à l'esprit. Et quoique ces effets-là se voient par l'esprit, cet esprit est à l'égard de l'esprit qui voit les causes comme les sens corporels à l'égard de l'esprit. »

P. Duhem,

Correspondant de l'Institut,
Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

¹ PASCAL : *Pensées*, Éd. Havet, Art. XXV, p. 408.

² PASCAL : *De l'esprit géométrique* (PASCAL, *Pensées*, Éd. Havet, p. 525).

³ A la place de ces deux mots, le texte de Pascal présente une lacune.

⁴ PASCAL : *Pensées*, Éd. Havet, Art. VII, 2.

¹ PASCAL : *Pensées*, Éd. Havet, Art. V, 9.

PHARMACOLOGIE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE

DEUXIÈME PARTIE : ACTION NERVEUSE ET HUMORALE¹

I. — ACTION SUR LE SYSTÈME NERVEUX.

L'action élective exercée sur le système nerveux par diverses substances contenant du phosphore est une notion fort ancienne et aujourd'hui fortement établie. Puisque tous les composés phosphorés ont été expérimentés, tous ont trouvé des partisans. Phosphore en nature, phosphures divers, acide phosphorique, phosphates, acide glycéro-phosphorique, glycéro-phosphates, acide anhydro-oxyméthylène-diphosphorique, lécithines, nucléines, chacune de ces substances a, encore à l'heure actuelle, ses fervents, et probablement ses succès dans certains cas.

§ 1. — Action favorable sur la psychasthénie, la neurasthénie et l'asthénie générale.

Nous avons surtout expérimenté l'acide phosphorique dans des cas variés d'asthénie générale, de neurasthénie, de psychasthénie.

En ce qui concerne plus spécialement la *psychasthénie*, nous n'avons rien à retirer et peu à ajouter aux conclusions auxquelles nous avait amené la clinique en 1903², savoir :

Dans les psychasthénies accidentelles, récentes, la médication phosphorique est rapidement suivie du retour à l'état normal des processus mentaux ;

Dans les psychasthénies habituelles, anciennes, la médication phosphorique longtemps continuée amène une amélioration progressive ;

Dans les psychataxies, chez les agités, la médication phosphorique provoque une aggravation rapide de l'état pathologique.

On trouvera dans l'article précité quelques observations typiques de cette action si remarquable exercée sur les processus mentaux. Dans quelques cas, l'action exercée sur le caractère, sur l'humeur, est extraordinaire : tel le cas que nous citons en 1903 de cette dame chez laquelle la médication phosphorique amena une telle modification heureuse du caractère, que les enfants déclarèrent « qu'on avait changé leur mère » ; ou de cette autre dame âgée, artérioscléreuse et dyspeptique, sujette à des congestions encéphaliques d'une extraordinaire violence, avec idée obsédante de mort prochaine, et qui, depuis la médication phosphorique, a, suivant

son expression même, « une gaieté qui n'est plus de son âge » et chante souvent, à la grande stupeur de son mari et de ses enfants.

Sans être toujours aussi évidente, cette action, quasi hilarante dans le cas ci-dessus est pourtant une des actions les plus constantes ; il est difficile de la définir avec précision : disons qu'elle développe souvent la gaieté, la bonne humeur, l'optimisme. Elle n'avait pas échappé aux anciens auteurs : Judson Andrews, cité par Gübler, administrait l'acide phosphorique dans l'épuisement nerveux et la parésie cérébrale, et il en obtenait de tels résultats qu'il donnait à la solution aqueuse de cet acide le nom bien suggestif de Limonade psychologique. Gübler, lui-même, déclare que, sous l'influence de petites doses de phosphore, « l'activité mentale et le pouvoir musculaire s'accroissent le tour d'esprit devient gai et la sensibilité tactile s'exalte ». Cette proposition s'applique absolument à l'acide phosphorique. Le fait que le phosphore en nature partage cette propriété hilarante amène à penser qu'elle est due à une action spéciale, élective du phosphore et de l'acide phosphorique sur les centres nerveux ; à l'exception des phosphures, les autres composés phosphorés ne semblent pas posséder cette propriété à un degré égal.

L'action sur la *neurasthénie* est non moins évidente, et nous pourrions reproduire à ce sujet les propositions précédentes relatives à la *psychasthénie* ; ajoutons que la dyspepsie et la constipation habituelles chez les neurasthéniques sont heureusement amendées ; la phosphaturie à peu près constante disparaît rapidement.

Mentionnons, enfin, l'action tout à fait remarquable exercée par la médication phosphorique sur ces états inclassables nosologiquement, états que nous étiquetterons, faute de mieux, *crises d'asthénie générale* et qui sont caractérisés par le syndrome suivant, que reconnaîtront bien ceux qui y sont sujets : sensation de lassitude, de fatigue, d'asthénie extrême, avec sensation parfois très accentuée de tension, de congestion rénale, douleurs articulaires, en particulier dans les membres inférieurs, surtout à l'occasion des mouvements, tension quasi douloureuse, pesanteur dans les mollets, s'accompagnant de dilatation des veines et de signes d'hypotension vasculaire, sensation de barre, de pression douloureuse entre les deux omoplates, quelquefois cryesthésie, phosphaturie abondante. Il ne s'agit pas là d'une entité morbide, mais d'un syndrome

¹ Voir la première partie de cette étude dans la *Revue* du 30 juin 1905.

² La médication phosphorique dans la psychasthénie. *Presse médicale*, 21 novembre 1903.

très fréquent. Les causes provocatrices en sont multiples : froid, fatigue, émotions, infections diverses, etc. Certaines personnes y sont particulièrement sujettes et ont plusieurs crises par an, sous les influences les plus diverses et sans qu'on puisse les rattacher à une cause morbide unique et bien définie, en vertu sans doute d'une prédisposition nerveuse ou humorale incomplètement déterminée. Ces états sont très heureusement amendés et parfois même disparaissent complètement.

§ 2. — Hypothèse sur le mécanisme de l'action.

Cette action toni-nerveuse n'appartient pas en propre à l'acide phosphorique. Le phosphore et les autres composés phosphorés la possèdent à des degrés divers. Le phosphore nous paraît devoir être écarté de la thérapeutique comme difficilement maniable et extrêmement dangereux. Quant aux autres composés phosphorés, à l'acide glycérophosphorique, aux lécithines, à l'acide anhydro-oxy-méthylène-diphosphorique, aux nucléines, il n'est pas douteux qu'ils ne donnent quelquefois des résultats fort satisfaisants, de même que l'acide phosphorique, dans tous les cas de débilité, d'asthénie, d'insuffisance nerveuse. L'acide phosphorique nous a paru donner des résultats supérieurs.

Il est, d'ailleurs, digne de remarque que toutes les substances précitées ont ceci de commun d'avoir un noyau phosphorique, d'être en somme des acides phosphoriques substitués; ces acides phosphoriques substitués divers ne sont nullement identiques aux acides phosphoriques substitués constitutifs de nos tissus, de la substance nerveuse en particulier. On ne peut donc concevoir chimiquement leur assimilation, leur identification aux tissus *en admettant ladite assimilation*, que de la façon suivante : 1^o destruction de la molécule ingérée, et retour vers une forme plus simple, vers l'acide phosphorique; 2^o reconstitution d'une molécule d'acide phosphorique substitué (lécithine, nucléine, etc.), identique à celle du tissu considéré par combinaison et synthèse. Dès lors, il semble plus simple et plus rationnel d'administrer d'emblée l'acide phosphorique ou le phosphate acide de soude, qui semblent de toute façon devoir constituer le point de départ du processus de synthèse assimilateur.

Ajoutons, enfin, que l'amélioration des processus digestifs, démontrée dans notre première partie, joue certainement un rôle considérable dans l'action toni-nerveuse constatée, tant en ce qu'elle améliore la nutrition générale, en particulier celle du système nerveux, qu'en ce qu'elle régularise le travail de la digestion et qu'elle diminue la dépense nerveuse nécessitée par ce travail; cette

action appartient en propre à l'acide phosphorique, à l'exclusion des autres substances phosphorées.

II. — ACTION HUMORALE.

§ 1. — Exposé de Joulié.

L'étude de l'action humorale de l'acide phosphorique est moins avancée — et pour cause — que celle des actions digestive et toni-nerveuse. Cette action humorale est évidemment directe et indirecte; elle résulte, en effet, d'une part du passage dans le sang des dérivés de l'acide phosphorique, du phosphate acide de soude en particulier, d'autre part de la modification apportée au résultat de la digestion du fait de l'action antiseptique et excito-sécrétoire de l'acide phosphorique. La première se traduit, entre autres phénomènes, par le relèvement de l'acidité urinaire; la seconde, au contraire, a souvent pour conséquence l'abaissement, en apparence paradoxal, de cette acidité, probablement par diminution des fermentations acides digestives (butyrique, lactique). Il est certain, quoique nous n'en ayons encore aucune preuve directe, que le sang subit des modifications parallèles. Joulié¹ a écrit à ce sujet les lignes suivantes :

« L'acidité a pour principale utilité de maintenir en dissolution dans le sang les phosphates de chaux, de magnésie, le phosphate ammoniaco-magnésien et l'oxalate de chaux. Ces sels, apportés par l'alimentation ou produits par la désassimilation, pénètrent dans la circulation, grâce à l'acide chlorhydrique de l'estomac pendant la digestion, ou sont recueillis par le sang dans les tissus qu'il traverse. Les phosphates alcalino-terreux sont utilisés par le travail vital des cellules, qui en font une consommation relativement restreinte, si bien que le surplus, chez l'adulte, doit être éliminé par les urines et ne peut l'être que grâce à l'acidité du sang, ces sels étant insolubles, ou à peu près, dans les liquides neutres ou alcalins.

« On s'est beaucoup préoccupé de l'encombrement des organes par les urates, et, bien que l'encombrement par les phosphates alcalino-terreux ait été nettement signalé par Bouchardat, qui le décrit, dans son *Traité d'Hygiène*, sous le nom de phosphypostase, on a oublié d'y songer dans un grand nombre de cas de goutte, de rhumatisme et de scléroses diverses, dans lesquels le phosphate de chaux était assurément le principal coupable.

« Les dépôts d'urates ne sont possibles que faute d'eau pour les dissoudre et les entraîner dans l'urine. Mais les dépôts de phosphates de chaux se produisent infailliblement chez tout sujet

¹ JOULIE : L'acidité urinaire. Conférence faite à l'Institut Pasteur le 19 mars 1901.

dont le sang et, par suite, l'urine touchent à une acidité inférieure à la normale. Or, les maladies par encombrement, qui sont essentiellement d'origine mécanique, sont aussi bien provoquées par le sable phosphatique que par le sable urique, qui obstruent également les capillaires et amènent, par conséquent, des accidents identiques.

« Nous ne craignons donc pas d'affirmer que, si les urates peu solubles sont, à juste titre, considérés comme ennemis de la santé humaine, le phosphate de chaux est un ennemi bien autrement redoutable, puisque l'alimentation nous l'apporte en quantité importante, et qu'il devient très facilement insoluble dans le sang et l'urine pour peu que l'acidité baisse, quelles que soient les quantités d'eau utilisées au lavage du sang et des reins. »

M. Joulie montre ensuite, avec pièces anatomiques à l'appui, la fréquence de cette phosphostase, de cette goutte phosphatique chez les herbivores, le cheval en particulier; il cite une observation curieuse d'un cas méconnu, chez l'homme, de cette phosphostase : le malade, un berger, était couvert de tumeurs dont certaines étaient ouvertes et laissaient échapper un jus épais, de couleur chocolat clair, contenant de nombreuses parcelles blanchâtres de toutes dimensions. D'autres étaient encore fermées, mais très dures et évidemment remplies d'une matière pierreuse. A l'autopsie, on a vu que toutes contenaient des grains plus ou moins volumineux, depuis le sable fin jusqu'à la grosseur d'un pois, presque exclusivement composés de phosphate de chaux.

Et M. Joulie ajoute : « A un moindre degré, la phosphostase produit le rhumatisme noueux avec ses déformations et les tophus des goutteux, dans lesquels on trouve souvent beaucoup d'urates et peu de phosphate de chaux; mais quelquefois aussi de fortes proportions de ce phosphate, ainsi que le constate une analyse de Lhéritier, qui a trouvé 42% de phosphates de chaux, 49% d'urates et 9% de matière organique et d'eau.

« Aujourd'hui, tout cela se comprend facilement: les urates se déposent dans les organes chaque fois que l'eau manque pour les dissoudre et les faire passer à la dialyse rénale. L'hyper-acidité du sang, révélée par celle des urines, favorise également leur dépôt en diminuant leur solubilité. Mais l'hypo-acidité du sang, qui est favorable à la dissolution des urates, détermine le dépôt des phosphates de chaux en les rendant insolubles; de sorte que les tophus et les concrétions se construisent alternativement en urates pendant les périodes d'oligurie et d'hyper-acidité, et en phosphate de chaux pendant les périodes d'hypo-acidité. Il importe donc, pour éviter les uns et les autres, de faire passer dans le sang, par les reins, des quan-

tités d'eau suffisantes, et en outre de maintenir l'acidité du sang au degré nécessaire. »

On peut, semble-t-il, on doit souscrire entièrement à ces lignes; mais le problème est devenu beaucoup moins simple quand M. Joulie a cru pouvoir conclure, de ses nombreuses analyses, à l'extrême fréquence de l'hypo-acidité humorale, en particulier chez les arthritiques.

§ 2. — Discussion des hypothèses de Bouchard et de Joulie.

Le problème ainsi posé a soulevé et soulève encore d'ardentes controverses; l'accord est loin d'être fait, et cela tient d'abord à ce que les adversaires emploient un langage différent et ne peuvent, de ce fait, se comprendre. Qu'on en juge: le point central du débat est, en somme, le suivant: *pour les classiques* (Bouchard), *les arthritiques sont des hyper-acides*, et l'acide urique la cause prochaine de tous les accidents arthritiques; sanction pratique: traitement alcalin; *pour les néo-thérapeutes* (Joulie), *les arthritiques sont presque toujours des hypo-acides*, et le phosphate de chaux, la cause prochaine de tous les accidents arthritiques; sanction pratique: traitement acide.

La contradiction ne peut pas être plus complète, et nous ne craignons pas d'affirmer: 1° que les deux propositions contradictoires viennent de l'emploi abusif des mêmes termes en un sens différent; 2° que chacune des propositions renferme une part de vérité; 3° que, sans doute, on se rapprocherait davantage de la vérité en disant: les accidents si multiples et si dissemblables qu'on a coutume de désigner sous la dénomination générique d'accidents arthritiques sont habituellement provoqués par la présence en excès dans le sang et la précipitation dans les tissus, soit d'acide urique, soit de phosphate de chaux; dans le premier cas, les malades sont habituellement hyper-acides, dans le second cas hypo-acides; la médication qui leur convient logiquement est une question d'espèce et de moment.

En ce qui concerne la nécessité préalable d'une terminologie précise, il suffit de se demander tout d'abord s'il existe une définition satisfaisante et généralement acceptée de l'*arthritisme*.

Il ne paraît pas douteux *que nous ne sommes pas en état — à l'heure actuelle — d'en donner une définition pathogénique, anatomique et clinique rigoureuse, indiscutable*. Il est même bien probable que ce mot nous sert à désigner un groupe de faits fort disparates et de nature sans doute très différente. Au nom de la réalité clinique et de la clarté doctrinale, il serait donc désirable de ne pas jeter au travers de la discussion une entité morbide aussi mal définie et — jusqu'à plus ample informé — de

parler nommément d'espèces cliniques saisissables : de la goutte, de la lithiase urique, de la lithiase oxalique, du rhumatisme chronique déformant (en s'efforçant d'en préciser la variété), de l'artério-sclérose, du diabète dit diathésique, etc. Voilà une première cause de confusion.

Une deuxième et plus importante tient à la *signification attachée aux mots hyper et hypo-acide*. Ici la confusion est évidente. Quand Bouchard parle de l'acidité urinaire, il a en vue l'acidité de l'urine des vingt-quatre heures, l'acidité globale calculée d'après les méthodes usuelles et courantes de l'acidimétrie. Joulie ne tient compte que de l'acidité de l'urine du matin, émise à jeun, acidité calculée d'après une technique spéciale, dite du « sucrate de chaux », qui, d'après cet auteur, « donne toute l'acidité physiologiquement et médicalement utile à déterminer, dans l'état actuel de nos connaissances ». Nous ne savons pas si cette dernière proposition est acceptable, mais il est certain que la différence des techniques et la différence du choix des échantillons d'urine examinés suffisent à rendre la comparaison scientifiquement impossible. Dès lors, hypo et hyper-acides n'ayant certainement pas le même sens — dans les deux partis — toute discussion à ce sujet est *a priori* vaine. Ainsi que l'exprimait si nettement Linossier lors d'une discussion à la Société de Thérapeutique le 22 décembre 1900, « les variations de l'acidité de l'urine au réveil ne sont pas du tout parallèles aux variations de l'acidité moyenne, en sorte que la plupart des malades classés parmi les hyper-acides par les procédés usuels sont étiquetés hypo-acides si l'on suit les préceptes de M. Joulie ».

Mais ce qui semble bien évident en certain cas, c'est le rôle des acides gras, si bien établi par Bouchard dans la genèse de certains accidents dits arthritiques. Les faits sont quelquefois tellement significatifs que force est de les reconnaître, et ces « arthritiques », pour employer la terminologie en usage, sont bien des hyper-acides ; mais ce seraient de « faux hyper-acides », d'après Joulie et son élève Cautru. « L'hyper-acidité dont quelques-uns sont réellement atteints a toujours pour cause une dyspepsie par fermentation formant dans l'estomac des acides organiques qui, passés dans le sang, en augmentent l'acidité. L'emploi, pendant quelques jours, du carbonate de chaux ou de magnésie, deux heures après les repas, a vite raison de cet excès d'acidité, et souvent on s'aperçoit, en faisant une nouvelle analyse, que le sujet est, en réalité, en état d'hypo-acidité plus ou moins intense. L'hypo-acidité se manifeste de différentes façons, amenant un cortège de symptômes quelquefois très différents et constituant cette diathèse protéiforme qu'on est convenu d'appeler l'arthritisme. » Il faut

donc distinguer une acidité humorale, normale en quelque sorte, acidité due surtout au phosphate acide de soude, acidité qui pourrait être exagérée (hyper-acides vrais) ou diminuée (hypo-acides); et une acidité anormale, due surtout aux acides gras résultant de fermentations digestives, pathologiques, qui créerait une hyper-acidité apparente derrière laquelle se dissimulerait une hypo-acidité vraie. Cette conception est très soutenable, et bien des faits cliniques plaident en sa faveur. Mais enfin, normale ou anormale, l'hyper-acidité se rencontre fréquemment, même dans l'examen de l'urine du réveil avec la technique de Joulie, et en admettant comme normaux les chiffres qu'il indique comme tels.

Et c'est là encore un autre gros point d'interrogation. Joulie donne comme normal le rapport 4,5 de l'acidité urinaire exprimée en acide phosphorique à l'excédent de la densité de l'urine examinée sur l'eau. De nombreux examens pratiqués tant par nous-même que par Joulie ou son élève Nicolaïdi, par Linossier, Barde, Cautru, etc., nous pensons qu'on peut conclure, comme pour l'acidité du suc gastrique, que : 1° Chaque individu en apparence de santé paraît posséder un coefficient personnel d'acidité urinaire, ce taux pouvant varier d'un individu à l'autre de 2 à 5 %; 2° chez un même individu, cette acidité peut présenter d'un jour à l'autre des variations fort étendues; 3° cette recherche n'a peut-être pas toute la valeur clinique qu'on y a cru attachée.

Est-ce à dire qu'il faille faire table rase des travaux précités? Nous croyons, au contraire, qu'ils renferment une grande part de vérité et, comme nous le disions au début, ce travail n'a justement pour but que d'en vérifier cliniquement la portée pathogénique et thérapeutique. Mais, comme le faisait remarquer si justement M. Linossier (*loco citato*), « l'argument que le bon effet de la thérapeutique par l'acide phosphorique est une démonstration de l'insuffisance d'acidité des sujets traités ne semble pas démonstratif. Cet acide peut agir par un tout autre mécanisme qu'en relevant l'acidité. M. Cautru obtient, nous dit-il, la disparition de la glycosurie diabétique par l'acide phosphorique. Or, sa disparition par les alcalins est un fait d'observation presque quotidienne. La même argumentation nous ferait donc conclure, chez les mêmes malades, à l'hypo et à l'hyperacidité ». On ne saurait mieux dire.

En effet, si, très souvent, — Joulie reconnaît nettement le fait dans ses écrits, — les arthritiques sont atteints de dyspepsie avec fermentations acides, si ces acides gras jouent, comme cela est bien vraisemblable, un rôle important dans la genèse de certains accidents dits arthritiques, l'acide phos-

phorique peut et doit agir surtout grâce à son action antiseptique et eudigestive en supprimant ces fermentations et les acides gras qui en sont le résultat, point n'est besoin de faire intervenir le relèvement problématique de l'acidité humorale.

§ 3. — Réalités cliniques.

A s'en tenir aux seules réalités cliniques, on peut, on doit admettre avec Joulie que *la précipitation des phosphates peut jouer un rôle important dans la genèse de certains accidents dits arthritiques*. La phosphypostase de Bouchardat, réalisée au grand complet dans quelques observations humaines, d'ailleurs rares, la pathologie comparée qui en montre l'extrême fréquence chez les herbivores, la composition chimique de certains calculs si riches en phosphates, la dégénérescence calcaire des parois vasculaires dans l'artério-sclérose et l'athérome, semblent bien démontrer la réalité de cette pathogénie. Morel-Lavallée a publié une observation tout à fait démonstrative, où cette précipitation des phosphates a été saisie sur le fait : il s'agissait d'une lymphangite tronco-vasculaire ulcéro-calcifianse de la peau avec production de calculs et d'infiltrations (vasculaires, cutanées, articulaires) d'un calcaire phosphatique chimiquement pur. Les ulcérations cutanées, en particulier, se recouvrirent d'infiltrations calcaires sur leurs bords, tandis que leur orifice donnait issue aux particules calcaires empilées dans les lymphatiques obstrués ou amoncelées dans le tissu cellulaire. Ces dépôts salins, au lieu d'être constitués, comme on aurait pu s'y attendre, par des urates acides, avaient pour unique composition des phosphates du sang devenus tribasiques et insolubles. C'est un véritable cas de goutte cutanée phosphatique. Nous en ignorons la fréquence, mais enfin cette observation prouve bien la réalité du processus morbide susmentionné.

Peut-être faut-il rapprocher de ces cas *les résultats parfois si brillants* obtenus par Joulie, Nicolaïdi, Cautru, Thiroux et par nous-même dans le traitement, par la médication acide, de certains rhumatismes chroniques, nouveaux, trophiques, déformants? Dans deux cas, suivis maintenant depuis plus de deux ans et dans lesquels les déformations épiphysaires énormes s'accompagnaient de raideurs musculaires douloureuses de la nuque et des lombes en particulier, et déterminaient une impotence presque absolue avec atrophie consécutive, la médication phosphorique, continuée avec ténacité, amena assez rapidement une réduction évidente des déformations osseuses et un assouplissement marqué des masses musculaires, une sédation considérable des douleurs, permettant une mobilité relativement très grande. Dans un des cas

où l'atrophie rapide et précoce soulignait l'origine tropho-névrotique probable, l'affection ci-dessus s'était développée consécutivement à une crise violente de rhumatisme articulaire aigu insuffisamment traitée; dans l'autre cas, elle avait succédé à une phlébite double d'origine puerpérale. Dans ce dernier cas, l'excrétion urinaire put être parfaitement suivie, et les résultats que résume le tableau ci-dessous sont bien suggestifs :

DÉCEMBRE 1902 : AVANT LA MÉDICATION PHOSPHORIQUE

<i>Urine du matin.</i>	
Densité	1,021
Acidité	1,63
Phosphatie	1,97
<i>Urine des 24 heures.</i>	
Acide phosphorique total	2,17
Azote de l'urée	11
Acide urique	0,67

DÉCEMBRE 1903 : APRÈS UN AN DE MÉDICATION PHOSPHORIQUE

<i>Urine du matin.</i>	
Densité	1,020
Acidité	1,20
Phosphatie	1,40
<i>Urine des 24 heures.</i>	
Acide phosphorique total	1,67
Azote de l'urée	8
Acide urique	0,61

On constatait donc dans ce cas, cliniquement des plus favorables, après un an d'absorption quotidienne de 0 gr. 50 d'acide phosphorique et de 1 gramme de phosphate acide de soude, un abaissement marqué de l'acidité urinaire (trop élevée au début), un abaissement parallèle de l'élimination des phosphates tant dans l'urine du matin que dans celle des vingt-quatre heures, un abaissement exceptionnel du taux de l'urée, un taux sensiblement constant de l'acide urique.

Ce résultat urologique, paradoxal, mais rigoureux, montre, comme nous l'avons répété maintes fois, que l'administration d'acide phosphorique n'a pas pour conséquence nécessaire un relèvement de l'acidité urinaire et, partant, humorale.

C'est ainsi que, même dans quelques cas où l'uricémie était évidente, la médication phosphorique, associée à vrai dire à des pratiques diurétiques, eut les résultats les plus satisfaisants. Tel fut le cas, par exemple, chez une dame de quarante ans, grasse, présentant de la lipomatose généralisée, quasi symétrique, sous forme de tumeurs adipeuses de volume variable, souffrant depuis longtemps de rhumatisme goutteux et de dyspepsie hypomotrice et hyposécrétoire avec dilatation, fermentation évidentes; l'acidité urinaire totale était faible, l'acide urique en excès (0 gr. 92); l'examen microscopique de l'urine décelait la présence de nombreux cristaux d'urate de soude et d'oxalate de chaux. La médication fut la suivante : acide phosphorique,

0 gr. 50 *pro die* pendant le repas, eau d'Évian à 10 heures et à 4 heures, poudre alcaline deux heures après le repas. Deux mois après, les douleurs avaient à peu près complètement disparu, en même temps que les articulations avaient repris une grande souplesse; la dyspepsie s'était considérablement amendée, et, chose curieuse, en même temps que l'acidité urinaire s'était relevée, les cristaux d'urate de soude et d'oxalate de chaux avaient disparu. On nous objectera de suite que notre médication diurétique (eau d'Évian) était suffisante à provoquer ces résultats; mais, dans le courant de l'année, la malade avait, sans résultat appréciable, fait à domicile deux cures de Contrexéville de trois semaines, ce qui enlève à l'objection beaucoup de sa valeur.

Cette observation est une des plus nettes que nous ayons eue; — elle n'est pas unique. Joulie, Nicolaidi, Cautru, nous-même en avons observé maints cas. Ce n'est pas à dire que ladite médication nous paraisse la médication type de l'uricémie; nous constatons simplement qu'elle nous a franchement réussi dans certains cas et que c'est une question d'espèce, et ne voulons, quant à présent, pour n'en pas amoindrir la puissance démonstrative, en proposer aucune explication.

Nous l'avons employée souvent avec amélioration évidente chez les *artério-scléreux*. Si l'on se rappelle le rôle important joué par la précipitation des phosphates dans les processus scléreux et le rôle solubilisant possible et même probable de l'acide phosphorique, l'administration en paraît rationnelle; elle nous a paru légitimée par les faits.

La pathogénie des accidents dits arthritiques est encore entourée de bien des obscurités; elle est probablement multiple. Le rôle des phosphates paraît évident en bien des cas; dans d'autres, s'il n'est pas démontré que l'acide urique soit l'agent efficient desdits accidents, suivant la remarque judicieuse de Mathieu, « s'il n'est pas le coupable, il est tout au moins le témoin »; l'intervention du système nerveux est souvent éclatante, elle est parfois dissimulée; c'est pourquoi nous croyons plus scientifique de considérer des espèces cliniques particulières et bien définies; toutefois, ces accidents n'en ont pas moins une cause étiologique commune; ils sont tous la conséquence d'une nutrition défectueuse, qu'elle soit retardante, en rapport avec une oxydation insuffisante et une acidité excessive des milieux organiques, comme le soutiennent Bence Jones, Beneke et Bouchard, ou, au contraire, qu'elle soit accélérée, comme l'enseignent Lécorché et Robin; ce qui est certain, c'est qu'elle est vicieuse. Nous avons vu quelle action eutrophique puissante exerçait sur les processus digestifs et, partant, nutritifs la médication phosphorique; ce

relèvement des processus digestifs, ce redressement des processus nutritifs nous paraît être la cause prochaine des processus curateurs.

Rappelons, pour finir, l'action exercée par l'acide phosphorique sur l'acidité urinaire. Nous avons vu qu'elle peut s'exercer en deux sens: elle diminue l'acidité urinaire, indirectement, par suppression des fermentations stomacales acides; elle l'augmente, directement, par passage dans l'urine sous forme de phosphate acide de soude. Nous ne retiendrons que cette dernière action directe.

R. Hutchinson a expérimenté les acides minéraux ordinaires (chlorhydrique, sulfurique, azotique), et avec les acides organiques (tartrique, acétique, citrique et lactique). Il trouva qu'ils exercent peu d'action sur l'acidité urinaire, étant neutralisés et excrétés principalement à l'état de sels d'ammoniaque. Finalement, l'acide phosphorique et le phosphate acide de soude furent donnés et exercèrent une action manifeste sur l'acidité urinaire; ce qui était d'ailleurs bien à prévoir, l'acidité normale de l'urine étant principalement due à ce sel acide. Ce fait est d'observation courante.

En fait, depuis longtemps, l'acide phosphorique et le phosphate acide de soude sont employés, surtout en Angleterre et en Amérique, comme acidifiants et antiseptiques urinaires. Ils se montrent des plus efficaces, soit seuls, soit associés à un désinfectant urinaire, tel l'urotropine, dans le traitement des infections chroniques des voies urinaires; en moins de vingt-quatre heures, ils rendent acide une urine ammoniacale. Nous les avons souvent employés dans ces cas avec le plus franc succès.

III. — CONCLUSIONS.

Cette pharmacodynamie de l'acide phosphorique s'écarte en plus d'un point de la pharmacodynamie classique de cette substance, à franchement parler inexistante, puisqu'elle n'a guère en vue que les accidents provoqués par l'administration de solutions concentrées, caustiques, sinon toxiques. Il appartient à chacun de vérifier les propositions susénoncées et d'en établir de nouvelles. Le champ d'expérience est assez vaste, les faits acquis déjà assez nombreux et fortement établis, les problèmes pathogéniques et thérapeutiques soulevés suffisamment compréhensifs et importants pour encourager les chercheurs. Il est toute une partie de la question que nous avons systématiquement écartée de notre exposé, — parce qu'elle est insuffisamment connue encore, — savoir l'action de la médication phosphorique sur les infections aiguës et chroniques. L'étude en sera certainement fructueuse.

D^r Alfred Martinet,

Ancien interne des Hôpitaux.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Ostenfeld (A.), *Professor an der technischen Hochschule zu Kopenhagen.* — *Technische Statik. Vorlesungen über die Theorie der Tragkonstruktionen. Deutsche Ausgabe besorgt von D. SKOUGE.* — 1 vol. gr. in-8°, de 457 p. (Prix : 12 marks.) B. G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1904.

Cet ouvrage contient, avec plus de développements, les leçons de Statique technique professées par M. Ostenfeld à l'École technique supérieure de Copenhague. Il s'adresse à la fois aux ingénieurs et professeurs de Mécanique appliquée : tous y trouveront d'intéressants aperçus théoriques conduisant à des méthodes d'un emploi très facile et un grand nombre d'applications usuelles accompagnées d'exercices numériques développés avec grand soin.

L'auteur suppose que le lecteur possède les premiers éléments de Statique graphique (propriétés du polygone funiculaire, etc.). Il consacre la première partie de son ouvrage à l'étude des types les plus simples de poutres et fermes. Dans une seconde partie, il examine d'abord, d'une manière tout à fait générale, le rôle du principe des déplacements virtuels dans les problèmes relatifs aux fermes. C'est là une des parties les plus importantes de l'ouvrage, car elle forme le point de départ de la théorie générale des poutres et fermes; elle fournit, entre autres, les principes fondamentaux pour le calcul des déformations.

Quant à la méthode, l'auteur accorde une part à peu près égale au calcul numérique et aux procédés graphiques, en donnant toujours la préférence à la méthode la plus pratique.

H. FEHR,

Professeur à l'Université de Genève.

Lapostolet (N.), *Ingénieur en chef des Services de jour des Mines de Carmaux.* — *Traité général de l'emploi de l'électricité dans l'industrie minière.* — 1 vol. gr. in-8° de 290 pages avec 67 figures. (Prix : 7 fr. 50.) V^e Charles Dunod, éditeur. Paris, 1905.

Ce livre est venu à son heure : c'est un recueil très complet de toutes les applications aux mines qui ont été remarquées dans le domaine de l'électricité industrielle aux dernières grandes expositions de Paris et de Dusseldorf. L'auteur a su rassembler et coordonner les multiples études partielles qui ont paru à ce sujet dans les périodiques spéciaux de ces dernières années, en en extrayant, avec la conscience d'un vrai praticien, pour les bien mettre en évidence, les données essentielles et les renseignements indispensables pour tout ingénieur que la question intéresse. Son ouvrage est à la fois un excellent guide pour le mineur, qui y puisera les éléments d'électricité dont il ne pourrait plus se passer aujourd'hui, et pour l'électricien, auquel il donnera l'occasion de rechercher dans les besoins des mineurs de nouvelles applications de son industrie.

Le livre débute par un cours sommaire d'électricité. Tous les principes qui régissent les génératrices, les canalisations, les réceptrices, les transformateurs, les tableaux de distribution, y sont passés en revue; mais, dès l'origine, l'auteur montre la préférence bien marquée qu'il faut donner aux courants triphasés en raison des usages très variés auxquels on a à répondre dans les mines. Là, plus que partout ailleurs, en effet, il faut rechercher une facilité de transformation en haute ou basse pression permettant le transport économique à grande distance ou l'emploi d'un faible voltage en vue

de la sécurité. Avec les moteurs asynchrones à courant triphasé, on peut démarrer sous forte charge, doubler et même tripler la charge normale sans grand changement de vitesse. Le chapitre où l'on compare les rendements et les consommations des diverses sources d'énergie est fort intéressant, et chacun pourra y reconnaître et discuter son cas, chiffres à l'appui.

Après cette première partie, plutôt théorique, sont décrites toutes les applications qu'on peut faire de l'électricité aux différents organes mécaniques auxquels le mineur est obligé d'avoir recours : c'est d'abord l'abatage, c'est-à-dire la séparation de la couche de minerais en morceaux, qui nécessite plusieurs opérations, fongage de puits, percement de galeries de recoupe, traçage et abatage proprement dit. Pour tous ces travaux sont utilisées les perforatrices par percussion ou par rotation et les haveuses, tous appareils dont la mise en action électrique commence à devenir pratique. Le tirage des mines avec allumage par étincelle ou par incandescence s'y rattache naturellement. Vient ensuite le travail de roulage, qui consiste à faire évacuer toutes les matières abattues et à amener aux chantiers tous les matériaux nécessaires. Les procédés électriques s'adaptent parfaitement soit aux treuils, soit aux locomotives, qui, suivant les cas, sont employés pour transmettre le mouvement aux wagonnets.

Si l'on considère maintenant les machines d'extraction qui remontent des recettes de la mine jusqu'au jour les matières produites, ou descendent à ces recettes les matériaux nécessaires, on sait combien est considérable la consommation des cylindres à vapeur qui les actionnent, en raison des démarrages et ralentissements répétés continuellement et du poids mort important à mettre en mouvement. L'exposition de Dusseldorf a donné le signal de l'emploi de l'électricité dans un tel cas pour améliorer notablement les conditions de rendement. Il peut y avoir évidemment surcroît de dépenses d'installation et de frais de surveillance, mais l'économie par cheval utile en poids élevé est très appréciable. De plus, pour la commande des appareils de manœuvre et de sécurité, les transmissions électriques sont tout indiquées. L'auteur expose au sujet des machines d'extraction une étude mécanique et dynamique très détaillée, qui lui permet d'arriver à l'évaluation de la puissance nécessaire à chaque instant aux bornes du moteur et à la détermination du meilleur système électrique à employer.

Les ventilateurs qui servent pour l'aérage, les pompes à piston ou centrifuges pour l'exhaure trouvent dans l'électricité un auxiliaire précieux, et la question y est longuement traitée. Quelques pages sont, en outre, consacrées à son utilité pour la transmission des ordres et la manœuvre des signaux.

M. Lapostolet mentionne enfin l'emploi de l'électricité dans les industries annexes des mines, et son adaptation à la marche des machines qui se rapportent au broyage, criblage et lavage des minerais ou charbons, à la fabrication du coke, pour laquelle on fait usage de défourneuses et aujourd'hui de pilonneuses enfourneuses, à celle des agglomérés, à la production des remblais et, en un mot, aux multiples engins accessoires, chariots, transbordeurs, cabestans, ponts roulants, machines-outils, etc., qui accompagnent toute installation industrielle importante.

Un dernier chapitre donne le texte des lois, arrêtés ou règlements édictés en France et en Belgique, et auxquels sont soumises les installations électriques dans les mines. Ces renseignements officiels seront d'une grande utilité pratique pour les ingénieurs.

Tel est, brièvement résumé, le canevas de cet excellent ouvrage : ses deux grandes qualités sont la concision et la clarté. On peut en augurer facilement que le lecteur, si peu habitué qu'il soit aux questions électriques, ne se rebutera pas devant des difficultés que l'auteur a su si habilement aplanir et presque dissimuler.

EMILE DEMENGE,
Ingénieur civil.

2° Sciences physiques

Ostwald (Prof. D. W.). — *Eléments de Chimie inorganique, traduit de l'allemand par M. L. LAZARD.* — 1^{re} partie: **Métalloïdes**, 1 vol. gr. in-8° de 542 pages; 2^e partie: **Métaux**, 1 vol. gr. in-8° de 446 pages. *Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1905.*

Voici un traité de Chimie qui se trouve au courant des théories les plus modernes, et que pourtant l'auteur a droit de présenter comme le fruit lentement mûri d'une longue expérience didactique et de réflexions prolongées. Physiciens et chimistes, tant étudiants que professeurs, seront heureux de trouver en ce livre une *Chimie rationnelle*, exposée par un Maître dont la compétence est indiscutable en Chimie pure aussi bien qu'en Physique, et qui a su garder dans son exposition la juste mesure et la perspective exacte dont un théoricien moins familier avec les faits se fût aisément écarté.

Les physiciens reprochent volontiers à de nombreux Traités de Chimie un silence mal explicable, en ce qui regarde des théories que l'on nomme récentes depuis si longtemps qu'elles sont en passe de devenir vénérables. Ils ne pourront plus faire la même critique à cet ouvrage. Les chimistes, d'autre part, y trouveront une connaissance approfondie de la Chimie proprement dite, un souci évident de mettre au premier plan ce qui les intéresse le plus, et l'ordre habituel d'exposition, par éléments et combinaisons.

A ce propos, une remarque s'impose : on sait qu'on rassemble ordinairement, au début d'un Traité de Chimie, les énoncés des lois générales. Ici rien de semblable; c'est en cours de route, et lorsque pour la première fois le besoin s'en fait sentir, que l'on trouve énoncée chaque loi, toujours amenée par un exemple. Moins commode pour celui qui *sait* à peu près, ce plan est mieux approprié à celui qui *apprend*, et cela est bien conforme à la volonté de l'auteur, qui déclare « avoir toujours fait passer en première ligne l'intérêt de l'étudiant ».

On rencontrera par exemple, à propos de l'oxygène, les lois de conservation de la matière et la loi des proportions définies. (et l'on regrettera, je pense, que ni Lavoisier ni Proust ne soient cités); encore à propos de l'oxygène, on apprendra les lois de Boyle et Gay-Lussac; passant à l'hydrogène et à l'eau, on verra s'introduire la notion de poids moléculaires et atomiques; la règle des phases sera énoncée au sujet de l'équilibre entre cristaux d'hydrate de chlore, solution de chlore et chlore gazeux; l'hypothèse des ions et les propriétés des électrolytes seront exposées quand on étudiera la solution d'acide chlorhydrique, et ainsi de suite.

Cette notion des *ions* prend une grande importance dans le langage adopté par l'auteur, qui insiste justement sur l'exacte adaptation de ce langage aux plus vieilles traditions de la Chimie : « On ne réfléchit peut-être pas assez, dit-il, qu'il est possible et même nécessaire d'introduire la notion des ions comme une notion purement *chimique* et non *électrique*... et que son importance tient avant tout à ce qu'elle exprime le fait *chimique* que les parties constitutives des sels ont des réactions indépendantes. »

Grâce à cette notion, les propriétés des métaux sont exposées de façon très claire et particulièrement vivante. A ce sujet, il n'est peut-être pas inutile d'observer qu'en beaucoup de laboratoires d'Allemagne, on enseigne la Chimie analytique avec ce langage, précisément sous l'influence du Professeur Ostwald.

On verra une marque du grand intérêt de l'ouvrage en ce fait qu'il a été traduit déjà en anglais, en japonais et en russe. L'auteur a lui-même signalé la précision et la justesse de la présente traduction, qui rendra un très grand service au public français.

JEAN PERRIN,
Chargé du Cours de Chimie physique
à la Sorbonne.

Berthelot (M.), *Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur au Collège de France, et Jungfleisch* (L.), *Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à l'École de Pharmacie.* — **Traité élémentaire de Chimie organique.** — 4^e édition, revue et augmentée. Tome II. 1 vol. gr. in-8° de 1445 pages avec figures. (Prix : 30 fr.) V^e Dunod, éditeur. Paris, 1904.

Ce volume, récemment mis en vente, termine la publication de cet important ouvrage. Il comprend les acides, les alcalis artificiels ou naturels, les amides, enfin les composés organométalliques.

Le nombre considérable de combinaisons connues actuellement dans ces diverses classes a obligé les auteurs à donner à ce second tome plus de développement qu'au premier. Ces combinaisons sont classées dans l'ordre méthodique correspondant à leur structure moléculaire, conformément aux doctrines, universellement admises, de la Chimie atomique.

Si de pareilles divisions sont générales, et communes en beaucoup de points à tous les traités modernes, chacun de ces traités conserve la physionomie propre que les auteurs ont voulu lui donner.

De bons ouvrages de Chimie organique n'ont souvent pu faire place à la multitude des faits nouveaux qu'à la condition de condenser la rédaction dans une très large mesure, et les sacrifices ont porté d'ordinaire sur la partie expérimentale des questions. L'étude de ces traités donne au lecteur des notions sur la structure des molécules, énonçant en grand nombre les transformations et les méthodes de synthèse : mais il arrive souvent que des réactions purement théoriques soient à peu près confondues avec celles que la pratique a consacrées; la Chimie apparaît alors comme une sorte d'algèbre moléculaire, sans que le lecteur reconnaisse ce qu'elle a d'essentiellement expérimental et de concret. Les auteurs du *Traité élémentaire de Chimie organique*, dans cette nouvelle édition comme dans les précédentes, ont réagi contre cette tendance. A des faits devenus plus nombreux, ils ont fait place en étendant largement les limites de l'ouvrage. Les modes de formation théoriques, dont certains donneront peut-être les préparations de l'avenir, étant d'abord exposés, les méthodes usuelles de préparation viennent ensuite, et sont décrites de la façon la plus précise. Chaque notion ou fait important est accompagné du nom de l'auteur, ce qui permet au lecteur de se référer aux mémoires originaux. De plus, pour chaque corps important, on trouve, avant son étude, un historique ferme et concis, faisant connaître, avec les dates, les principales phases de la question. Conçu de cette manière, un traité est beaucoup plus qu'un répertoire méthodique de réactions possibles : c'est un tableau de l'état actuel de la science, utile à la fois à ceux qui veulent en connaître la pratique et à ceux qui se proposent d'étudier cette science dans son esprit, dans ses méthodes, dans son évolution progressive.

L. PIGEON,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

Llord y Gamboa (D^r Ramon). — **Détermination quantitative du Fluor par perte de poids.** — 1 broch. in-8°, *Ricardo Rojas, éditeur. Madrid, 1904.*

Le procédé du dosage du fluor étudié dans le travail du docteur Ramón Llord y Gamboa transforme le fluor en fluorure de silicium SiF₄, par l'attaque des composés fluorés à étudier au moyen d'acide sulfurique con-

centré et de silice pure. L'eau formée par cette réaction chimique étant retenue dans l'appareil par l'acide sulfurique en excès, le fluorure de silicium est éliminé à l'état gazeux, et finalement balayé par un courant d'air sec. — La perte de poids de l'appareil est ainsi proportionnelle au poids du fluor contenu dans l'échantillon. — Sur ce principe, l'auteur a établi un appareil très simple, réalisable avec les moyens les plus usuels d'un laboratoire de Chimie. — La méthode est applicable aux dosages de fluor dans les eaux minérales. — Cette méthode, comme toutes les méthodes par perte de poids, doit être appliquée avec discernement. Elle suppose éliminés tous les corps susceptibles de donner des composés volatils dans les conditions de l'expérience : telles sont les matières organiques, les chlorures, bromures, iodures, ainsi que les carbonates. L'auteur donne plusieurs exemples d'analyses de contrôle faites sur des eaux minérales. — Pour ce qui concerne les minéraux ou les produits métallurgiques, la méthode peut être encore appliquée; mais il convient, en ce cas, d'amener le fluor, par un traitement préliminaire, à être attaqué par l'acide sulfurique. L'amblygonite de Caceres, analysée par l'auteur, a fourni un exemple intéressant de ce mode de dosage.

L. PIGEON,

Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

3^e Sciences naturelles

Morat (J.-P.), Professeur à l'Université de Lyon et Doyon (Maurice), Professeur-adjoint à la Faculté de Médecine de Lyon. — Traité de Physiologie :
I. Fonctions d'innervation, par J.-P. MORAT. 1 vol. de 717 pages avec 263 figures noires et en couleurs. —
II. Fonctions élémentaires : Prolégomènes, Contraction, par J.-P. MORAT; Sécrétion, Milieu intérieur, par M. DOYON. 1 vol. de 865 pages avec 194 figures noires et en couleurs. — Masson et C^o, éditeurs, Paris, 1905.

I. — Le premier de ces deux volumes a été écrit tout entier par M. Morat. C'est, sans doute, avec quelque prédilection que l'auteur a rédigé cette partie de son œuvre. Son esprit critique s'est, en effet, de longue date et dans diverses publications, exercé sur les problèmes complexes que posent au physiologiste les fonctions d'un système qui confère à l'organisme son individualité et son unité et dont l'étude « occupe un point nodal dans l'exposition de la science physiologique ». L'on se rend facilement compte que les pages de pénétrante analyse qui servent d'introduction ou de commentaires aux principaux chapitres de l'ouvrage sont le fruit de mûres méditations : aussi donnent-elles à tout l'ensemble un caractère bien personnel. Telles sont, par exemple, les considérations sur les rapports entre la sensibilité et le mouvement, sur l'inhibition, sur la signification et le plan de structure du système du grand sympathique, sur la sensation, etc. Ces aperçus n'ont pas pour seul mérite leur originalité ; ils nous instruisent encore en nous rappelant ce que nos définitions et nos distinctions ont souvent de schématique et de conventionnel.

Le plan du livre est fortement tracé. La première partie est consacrée à l'élément nerveux, ses propriétés et ses fonctions, et les pages qui traitent des excitants du nerf et de ses énergies sont un excellent résumé d'Electro-physiologie.

La seconde partie, de beaucoup la plus étendue, comprend les fonctions systématiques « qui naissent d'associations et de rapports définis entre les fonctions cellulaires » ; c'est celle où se marque le plus manifestement l'empreinte des conceptions que l'auteur s'est faites sur l'organisation nerveuse et l'évolution du processus nerveux. On ne peut ici qu'indiquer les grandes lignes suivies dans la répartition des matières.

C'est d'abord un chapitre sur la physiologie des conducteurs périphériques, racines rachidiennes et nerfs

craniens. Viennent ensuite les systématisations primaires, à savoir l'acte réflexe qui nous présente dans sa plus grande simplicité la transformation de l'excitation sensitive en excitation motrice, et l'action inhibitoire ou d'arrêt, dont le caractère de généralité n'est peut-être pas moindre.

Sous ce titre : « Le conscient et l'inconscient ; leur partage », l'auteur englobe l'étude de la moelle épinière, agent de dispersion et de réflexion des excitations, celle du sympathique, « sorte de moelle disséminée dans les appareils de nutrition », celle du bulbe rachidien. Nous passons enfin aux systématisations supérieures : ce sont les fonctions d'équilibre auxquelles préside le cervelet, l'élaboration des émotions que M. Morat localise avec Bechterew dans la couche optique, les fonctions psychiques dont l'étude analytique comporte naturellement celle des localisations corticales.

Une deuxième section de l'ouvrage est réservée à une autre catégorie de fonctions systématiques, aux innervations spécifiques (tactile, visuelle, auditive, olfactive, gustative). Elle traite spécialement non des appareils de réception périphériques, mais des voies conductrices des impressions et des sphères sensorielles de l'écorce, ainsi que de certains phénomènes sensorimoteurs qui sont le plus directement associés aux diverses sensations. Aux innervations spécifiques est encore rattachée la faculté du langage, analysée, d'une part, d'après la méthode subjective, d'autre part, d'après la méthode objective, c'est-à-dire d'après les perturbations apportées à la fonction par les différentes formes d'aphasie.

Dans cet exposé des multiples manifestations de l'activité nerveuse, M. Morat s'applique sans cesse à mettre en évidence les liens qui les unissent les unes aux autres, leurs rapports de dépendance, leurs analogies comme aussi leurs dissemblances, et en même temps à poser les principes qui doivent nous guider dans leur interprétation. Malgré la part, légitime d'ailleurs en un pareil sujet, faite à la discussion doctrinale, ce sont néanmoins, est-il besoin de le dire, les données positives qui forment la trame solide de l'œuvre à laquelle les acquisitions les plus récentes ont apporté leur contribution ; toujours présentés dans l'ordre logique, les résultats de l'expérimentation trouvent la place qui leur revient d'après leur importance, et, à travers tout le livre, la précision du détail va de pair avec la largeur de vues dans l'ensemble.

Signalons encore que les notions anatomiques, indispensables à l'intelligence des faits physiologiques, sont brièvement rappelées et illustrées par de nombreuses figures heureusement choisies.

II. — Le volume sur les fonctions élémentaires, le quatrième dans l'ordre de publication, est en réalité le premier dans le plan d'ensemble du Traité. On ne s'étonnera donc pas qu'il s'ouvre par des généralités sur les êtres vivants et sur les lois de l'organisation animale, sur l'irritabilité du protoplasma, le mode d'action des irritants et les tropismes. M. Morat y a condensé les principes de la physiologie cellulaire en même temps qu'il y comprend les fermentations en tant que « manifestations élémentaires du processus de la vie, dans ce qu'il a de plus général ».

A la suite de ces prolégomènes, l'étude des fonctions élémentaires débute par un aperçu sur l'évolution de la matière et de l'énergie à travers les organismes. On y passe donc en revue les cycles de transformation que parcourent les principaux éléments constitutifs de l'être vivant, cyclés de l'azote et du carbone, auxquels sont joints aussi ceux du phosphore, du soufre, du fer. Quant à l'évolution énergétique, elle se résume, pour M. Morat, dans la glycogénie : « Vers elle convergent toutes les évolutions nutritives particulières depuis la nutrition ; d'elle dépendent, d'une façon directe ou indirecte, tous les phénomènes énergétiques de l'organisme. » On lira avec intérêt et profit les arguments sur lesquels se fonde cette conception, et parti-

culièrement tout ce qui a trait à l'origine et à la destination de la matière sucrée, à la régulation de la glycogénèse par le système nerveux. Par contre, l'adipogénie n'est que mentionnée dans un paragraphe un peu sommaire. On peut regretter aussi que la loi de l'équilibre azoté ait été passée sous silence.

La seconde partie du volume est consacrée à deux des principaux types des fonctions cellulaires, la contraction et la sécrétion, et la troisième au milieu intérieur (sang et lymphé). L'irritabilité du muscle, son élasticité, les phénomènes mécaniques de la contraction et leur expression graphique, les phénomènes électriques et thermiques qui l'accompagnent, la rigidité cadavérique et la fatigue sont l'objet d'une étude serrée que termine une vue d'ensemble sur les transformations de l'énergie à travers l'organe musculaire. Aux réactions motrices viennent se rattacher naturellement d'autres manifestations équivalentes : mouvement vibratile, production d'électricité (poissons électriques) et photogénèse.

On retrouve dans tous ces chapitres les qualités d'exposition et d'enseignement auxquelles nous a habitués M. Morat, entre autres une méthode sûre, le souci de pousser aussi avant que possible l'explication des phénomènes physiologiques et la rigueur de raisonnement qui permet d'y réussir.

Le reste du livre est l'œuvre de M. Doyon, qui expose d'abord le mécanisme général des sécrétions et l'état actuel de nos connaissances sur les sécrétions internes dans des chapitres des plus instructifs et des plus substantiels. On appréciera particulièrement ceux où se trouvent groupés les faits relatifs à l'adaptation du travail glandulaire, au rôle des glandes envisagées comme organes d'élimination et comme instruments de protection de l'organisme. Toutes ces pages, non moins que celles qui sont consacrées aux principales sécrétions internes, méritent d'attirer l'attention. On sera frappé de la richesse et de la variété des matériaux que l'auteur y a accumulés, en même temps qu'on lui sera reconnaissant du travail qu'il s'est imposé pour consulter, classer, résumer non seulement les mémoires originaux les plus récents, mais jusqu'aux notes de quelque intérêt.

C'est encore le même sentiment que l'on éprouvera à la lecture de l'étude du sang, qui n'occupe pas moins de trois cent trente pages du livre. Toutes les parties de cet important sujet (caractères physiques du sang, globules rouges et hémolyse, hémoglobine et ses dérivés, globules blancs et phagocytose; matières albuminoïdes, anticorps, gaz du sang, coagulation) toutes ces parties, dis-je, sont traitées avec le même soin. M. Doyon a utilisé dans son travail tous les renseignements fournis par les nouvelles méthodes d'investigation, telles que la cryoscopie, la mesure de la conductibilité électrique, celle de la résistance des globules rouges, etc. A des questions encore nouvelles en physiologie, mais d'un grand intérêt, comme celles des anticorps et des propriétés défensives du sang, il a donné les mêmes développements, la même ampleur qu'à des questions depuis longtemps classiques. Il n'est donc que juste de dire que cette description du sang et de ses propriétés est une mise au point aussi exacte que complète du sujet. En raison même de l'abondance des documents expérimentaux qu'elle comporte, le groupement et l'exposition avaient besoin d'être des plus méthodiques; et c'est ce qu'ils sont, en effet, l'un et l'autre. En ce qui concerne la lymphé, je n'ai qu'une critique de détail à formuler: c'est que l'auteur n'ait pas insisté sur le mode d'action des lymphogènes de la deuxième classe (sels, glucose), question intéressante dans ses rapports avec les variations de la tension osmotique du sang et avec la diurèse produites par ces mêmes substances.

E. WERTHEIMER,

Professeur de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

4° Sciences médicales

Marion (Georges), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux.* — **Chirurgie du Système nerveux** (Crâne et Encéphale, Rachis et Moelle, Nerfs). — 1 vol. grand in-8° de 531 pages avec 320 figures. (Prix : 18 fr.) G. Steinheil, éditeur. Paris, 1903.

A la librairie G. Steinheil est en cours de publication, sous la direction de MM. P. Berger et H. Hartmann, une importante série de monographies qui constitueront un véritable traité de Médecine opératoire et de Thérapeutique chirurgicale. L'œuvre est matériellement très soignée; dans tous les volumes — et en particulier dans celui qui nous occupe aujourd'hui — les figures sont très nombreuses et très claires, comme cela est indispensable dans tout livre de technique opératoire; et l'idée est bonne d'établir des volumes vendus séparément, où chacun de nous puisse prendre, par conséquent, ceux qui se rapportent à ses travaux de prédilection.

Féliciter les directeurs d'avoir bien choisi leur auteur, faire l'éloge de M. Marion serait chose superflue, et je n'ai pas besoin de dire que nous avons ici sous les yeux un livre exposé et documenté avec soin. Mais je crois intéressant d'en prendre texte pour montrer quelles questions y sont traitées, où elles en sont scientifiquement et pratiquement. Plusieurs d'entre elles, en effet, ont subi dans ces dernières années une véritable rénovation, grâce aux progrès de la Physiologie et de l'antiseptie.

De la chirurgie des nerfs, pas grand'chose à dire, sauf que notre innocuité chirurgicale actuelle nous a permis de régler des opérations complexes et complètes, d'où, pour les névralgies faciales rebelles, une fréquence plus grande qu'autrefois — mais encore bien insuffisante — des cures définitives de cette terrible infirmité. Mais la bénignité de nos interventions modernes a fait naître, il y a quinze à vingt ans, une chirurgie dont nos devanciers avaient à peine conçu la possibilité: celle des centres nerveux. Pour la moelle épinière, les faits sont rares, et destinés sans doute à le rester, en raison de la rareté des indications cliniques, mais ils se sont vite multipliés pour le crâne et le cerveau. Et l'on verra par exemple, dans le livre de M. Marion, combien se sont précisées l'ensemble de données cliniques, anatomo-pathologiques et opératoires sur lesquelles nous avons établi, avec succès, le traitement opératoire de certaines lésions traumatiques, inflammatoires ou néoplasiques de l'encéphale, comment, en particulier, nous avons pu trouver de nombreuses applications pratiques aux recherches, inaugurées par P. Broca, sur les localisations cérébrales.

Il convient, toutefois, d'ajouter qu'au début de leurs tentatives, certains chirurgiens ont entonné un peu vite le péan. Ce devait presque être la fin des méningites, — y compris la tuberculeuse, — des épilepsies, des microcéphalies et idioties, de l'hydrocéphalie; et lorsque, il y a dix ans, j'ai cherché à établir, sur ces points, le bilan de nos connaissances, j'ai dit qu'il en faudrait déchanter. Le clinicien de grand bon sens qu'est M. Marion fait, dix ans plus tard, les mêmes réserves: et ce qui reste acquis est important, car c'est beaucoup que d'avoir rendu curables certaines compressions cérébrales d'origine traumatique, certaines méningites aiguës, certaines tumeurs; que d'avoir, pour beaucoup d'autres de ces dernières, régularisé un traitement opératoire qui supprime, qui tout au moins atténue considérablement les souffrances. Je n'ai insisté, dans cette analyse, que sur la chirurgie crano-cérébrale. Mais on trouvera bien d'autres renseignements dans le livre de M. Marion, en particulier sur le traitement du mal de Pott, et ces parties, relativement ingrates, de la besogne ne sont pas les moins utiles au praticien, pour lequel, avant tout, sont faits les ouvrages de ce genre. AUG. BROCA,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Juin 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. M. Bottasso présente ses recherches sur une solution du problème de Monge relatif à l'équation $f(dx_1, dx_2, \dots, dx_n) = 0$ à coefficients variables. — M. G. Rayet rappelle le phénomène des ombres mouvantes observé par M. de Joly lors de l'éclipse totale de Soleil du 12 mai 1706, et montre l'intérêt qu'il y aurait à observer si ce phénomène se répètera pendant l'éclipse du 29-30 août prochain.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Devaux-Charbonnel : Mesure de la capacité des longs câbles sous-marins (v. *Revue*, p. 292). — M. A. Ponsot montre que le classement des métaux d'après la valeur décroissante du coefficient de l'effet Thomson est celui dans lequel le pouvoir thermoélectrique d'un métal par rapport au suivant est positif. — M. P. Weiss a constaté que la susceptibilité atomique du fer dans la pyrrhotine, mesurée perpendiculairement au plan magnétique, est très voisine de la susceptibilité atomique du fer dans les corps paramagnétiques. — M. G. D. Hinrichs estime que, dans le calcul des poids atomiques, le procédé de réduction mathématique des valeurs expérimentales a une grande importance, et qu'en particulier la méthode appliquée par Stas à l'azote est fautive. — MM. H. Moissan et P. Lebeau ont étudié l'action du fluor sur les composés oxygénés de l'azote : à la température ordinaire, il n'y a pas d'action sur le peroxyde d'azote, ni sur l'oxyde azoteux; avec l'oxyde azotique en excès, il se forme de l'azote, de l'oxygène et du peroxyde d'azote, mais pas de composé fluoré; le fluor en excès réagit, par contre, sur l'oxyde azotique en donnant un composé gazeux qui se liquéfie à -80° et renferme Az, F et O. — M. Pastureau, par oxydation de l'acétone au moyen de l'eau oxygénée à 2 %, a obtenu, outre le superoxyde $(C^2H^3O^2)^2$, de l'acétol et de l'acide pyruvique. — MM. L. Bouveault et R. Locquin ont constaté que le sodium réagit sur les éthers des acides monobasiques à fonction simple de la série grasse en donnant des glycols α -bissecondaires et des α -dicétones symétriques. — MM. Fourneau et Tiffeneau ont préparé quelques oxydes d'éthylène 1:2-monosubstitués au moyen des dérivés éthyléniques correspondants en les soumettant, en présence d'éther aqueux, à l'action de l'iode et de l'oxyde jaune de mercure. — M. F. Boudroux, en faisant réagir les éthers chloracétiques sur les dérivés halogénomagnésiens de l'aniline, a obtenu des acétanilides halogénés. — M. A. Bouchonnet a préparé l'éther diphenylique de l'acide azélaïque C^8H^8 . $CO^2(CH^2)^7CO^2.C^8H^8$, F. $48^\circ-49^\circ$, par action du chlorure d'azélaïque sur le phénol; le sulfhydrate de soude réagit sur cet éther en donnant l'acide thioazélaïque $COSH(CH^2)^7COSH$, F. $72^\circ-74^\circ$. — MM. Ch. Mouren et A. Valleur, en faisant réagir l'iode de méthyle sur la sparteïne, ont toujours obtenu, outre l'iodométhylate déjà connu, un isomère qui en diffère nettement par son pouvoir rotatoire beaucoup plus élevé et son extrême solubilité dans l'eau. — MM. A. Etard et E. Vallée, en soumettant la gomme laque à la décomposition pyrogénée, ont obtenu d'une part de l'acide oléique, de l'autre une série d'hydrocarbures $(C^8H^8)^n$. Ce serait donc un oléate de sesquiterpènes. — MM. Curtis et P. Lemoult montrent que, pour développer l'électivité du tissu conjonctif pour certaines matières colorantes, il faut opérer en présence d'acide picrique ou d'un autre dérivé trinitré et s'adresser à des colorants ayant

au moins trois groupements sulfo fixés dans le chromogène.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Leclerc du Sablon a reconnu que le maximum des réserves, qui, chez les arbres à feuilles caduques, a lieu en automne au moment de la chute des feuilles, est atteint chez les arbres à feuilles persistantes au commencement du printemps, lorsque les bourgeons vont s'ouvrir. — M. P. Claverie décrit un bananier de Madagascar, nommé *tsirohoroka* par les Sakalaves, qu'il considère comme nouveau et désigne par le terme de *Musa Perrieri*. — M. P. Mazé considère, contrairement à M. Arthaud-Berthet, que l'*Oidium lactis* n'est pas la cause de la « graisse » et de la « frisure » des fromages. — M. de Lamothe poursuit ses recherches sur les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger. Les mouvements négatifs qui ont abaissé la ligne de rivage à la cote 17, puis à la cote actuelle, ont été interrompus par des mouvements positifs. — MM. L. Duparc et F. Pearce ont trouvé, dans la dunité de l'Oural du Nord, une nouvelle roche filonienne, grisâtre, à grain fin, qu'ils nomment *gladkaïte*. Elle renferme de la magnétite, de l'apatite, du mica noir, du mica blanc, de la hornblende, de l'épidote, des plagioclases et du quartz. — MM. F. Launay et E. Maillet concluent de leurs observations que, pendant le 2^e semestre de 1905, le débit minimum annuel des sources profondes aura plutôt tendance à diminuer sensiblement ou à atteindre à nouveau des chiffres assez bas dans la majeure partie du bassin de la Seine.

Séance du 19 Juin 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Esclangon communique ses observations de la comète Giacobini (1905 a), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. W. de Fonvielle et P. Bordé rappellent que M. J. Elliot a mesuré aux Indes, pendant l'éclipse de Soleil de 1898, la décroissance de chaleur au moyen d'un actinomètre exposé aux rayons solaires. Il y aurait lieu de reprendre cette mesure à une altitude élevée pendant la prochaine éclipse. — M. P. Vaillant a étudié l'influence de la concentration sur les propriétés magnétiques des solutions de cobalt. Le coefficient K caractéristique du sel varie peu avec la concentration et la nature du radical acide. Pour chacun des sels étudiés, K diminue lorsque la concentration augmente. — MM. H. Moissan et P. Lebeau, par action du fluor en excès sur l'oxyde azotique, ont obtenu un nouveau composé gazeux, le fluorure d'azotyle, AzO^2F , de densité 2,24, fondant à -139° et bouillant à $-63^\circ,5$. Il réagit à la température ordinaire sur B, Si, P, As, Sb et I. Il décompose l'eau froide avec production d'HF et d' $HAzO^2$. — M. A. Recoura a préparé un sulfate ferrique basique en agitant avec de l'acétone une solution aqueuse concentrée de sulfate ferrique; il se précipite au bout de deux jours une matière blanc jaunâtre de composition $6[Fe^2(OH)^2 \cdot 3H^2SO^4] \cdot Fe^2(OH)^6$. — M. C. Matignon, en conduisant de l'air sec sur le chlorure anhydre de néodyme fondu, a obtenu un oxychlorure cristallisé $NdOCl \cdot HI$ et HBr transformant lentement le chlorure en iodure et en bromure. — M. J. Herbette a reconnu qu'il existe, entre le tartrate de TI et celui de K, qui appartiennent à deux systèmes cristallins différents, un véritable isomorphisme. Les propriétés des cristaux mixtes que fournissent ces deux sels ne varient pas proportionnellement à la composition chimique. — M. Larguier des Bancels a observé que le mélange de deux col-

loïdes de signe opposé donne lieu à une précipitation qui, pour une proportion convenable, est totale; l'addition d'un électrolyte capable de précipiter l'un des deux colloïdes fait obstacle à la précipitation mutuelle de ceux-ci. Le précipité résultant du mélange de deux colloïdes de signe opposé peut être dissocié par l'addition d'un électrolyte capable de précipiter l'un des éléments du couple. — MM. **P. Th. Muller** et **C. Fuchs** ont observé que la chaleur moléculaire de solution des bons électrolytes diminue avec la dilution d'une façon continue. — **M. R. Varet** a déterminé les chaleurs de formation des formiates mercureux et mercurique; elles sont respectivement de 175,1 et de 161,5 cal. — **M. A. Haller** a préparé diverses thuyones alcoylées par l'action de l'amidure de sodium, puis des iodures alcooliques. Les aldéhydes aromatiques se condensent d'autre part avec la thuyone sodée pour donner des corps dont le pouvoir rotatoire est fortement exalté; les dérivés correspondants de l'isothuyone sont complètement inactifs. — **M. A. Robyn**, en faisant réagir le bromure de pyrrole sur diverses amines aromatiques, a obtenu des substances mono ou dipyrrolées qui dérivent, par élimination d'hydracide, soit de molécules égales des corps réagissants, soit de 1 molécule de base pour 2 molécules de bromure de pyrrole. — MM. **Ch. Moureaux** et **A. Valeur** ont reconnu que les deux iodures d'iodométhylate de spartéine isomères se décomposent quantitativement, sous l'action de la chaleur, en CH_3I et un même iodhydrate de spartéine. Leur isomérisation ne peut être que d'ordre stéréochimique.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. P. Becquerel** a constaté que la résistance des graines aux basses températures dépend uniquement de la quantité d'eau et de gaz que renferment leurs tissus; si le protoplasma a atteint son maximum de concentration, il ne gèle pas. — **M. L. Boutan** a étudié un ennemi redoutable des plantations de caféiers au Tonkin: c'est le *Xylococcus* des bambous secs. On doit éloigner ces derniers des plantations, ou ne les utiliser qu'après avoir été immergés dans une solution de sulfate de fer. — **M. L. Lapique** a reconnu que les Dravidiens actuels ont eu des ancêtres plus noirs qu'eux-mêmes, mais distincts des Négrites andamanais, dont l'indice céphalique moyen est 83. — **M. L. Gentil** signale l'existence de schistes à graptolithes dans le Haut-Atlas marocain. — **M. E.-A. Martel** montre que le creusement de la grotte de Rochefort a marché de concert avec celui des vallées voisines, et que les abîmes qui y donnent accès ne sont pas dus à un effondrement postérieur du plateau. — **M. M. Boule** défend la méthode évolutionniste employée en Paléontologie, notamment par **M. Gaudry**, contre les critiques de **M. Déprent**.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 13 Juin 1905.

M. le Président annonce le décès de **M. Duché**, correspondant national.

M. P. Berger présente un Rapport sur une observation, faite par le **D^r F. Villar**, de prolapsus de la muqueuse de la vessie à travers l'urèthre chez une femme. La formation de ce prolapsus paraît attribuable à une laxité spéciale de la muqueuse vésicale, qui se laisserait entraîner par glissement vers l'orifice uréthral, et à un état particulier de relâchement du sphincter vésical. La maladie fut guérie par extirpation du lambeau muqueux. — **M. Chauvel** analyse un travail du **D^r Mirovitch** relatif à l'influence nocive de la vélocipédie et de l'automobilisme sur la vision et les moyens d'y remédier. L'auteur propose un modèle spécial de lunettes. — **M. Ch. Richet** communique une longue série d'expériences, faites sur des chiens, sur l'alimentation dans la tuberculose. La conclusion formelle qui s'en dégage, c'est que la viande cuite, aliment unique, est incontestablement la plus mauvaise de toutes les alimentations;

la viande crue, aliment unique, est incontestablement la meilleure. — L'Académie poursuit la discussion de la question de la déclaration obligatoire des maladies contagieuses au point de vue de la prophylaxie de ces maladies dans l'armée.

Séance du 20 Juin 1905.

M. Pouchet présente un Rapport sur un Mémoire de **M. Lanfer** concernant l'utilisation des matières grasses chez les tuberculeux. L'auteur montre que les tentatives de suralimentation grasse peuvent aboutir à une perturbation des phénomènes digestifs normaux, se traduisant par la diarrhée et une désassimilation exagérée. — **M. H. Huchard** montre qu'on a fortement exagéré l'action thérapeutique des formiates, qu'il a mise récemment en lumière, et prénuit les médecins contre le rôle de panacée qu'on veut faire jouer à l'acide formique. — **M. H. Benjamin** signale deux observations de mort rapide d'une jument sans cause visible; l'autopsie montra que l'estomac était bourré d'aliments tassés. — L'Académie émet à l'unanimité les vœux suivants: 1^o Que la loi sur la déclaration obligatoire des maladies contagieuses soit strictement appliquée; 2^o que le règlement d'administration publique préparé pour déterminer les conditions de l'organisation et du fonctionnement du service de la désinfection soit tel que la désinfection soit réellement obligatoire, effective et contrôlée. — **M. Durante** lit un travail sur les micro-méliez congénitales.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 10 Juin 1905.

M. Ch. Richet a constaté que les injections d'apomorphine sont capables de provoquer l'anaphylaxie chez les animaux. — Le même auteur montre que l'influence de l'étendue de la surface libre du lait qui fermente sur la marche de la fermentation est très appréciable. — **M. Ch. Richet**: L'alimentation par la viande cuite dans la tuberculose expérimentale (voir ci-dessus). — MM. **A. Laveran** et **Nègre** ont trouvé, dans le tube digestif d'*Ixodes* recueillis sur des Tortues venant d'Algérie, des éléments parasitaires représentant probablement une phase de l'évolution des Hémogregarines de la Tortue. — MM. **F. Curtis** et **Gellé** montrent l'importance des formes de transition acino-insulaires ou insulo-aciniques dans l'interprétation des lésions du pancréas diabétique. — **M. Lafforgue** a constaté que le chlorure de sodium, injecté au cobaye en solution hypertonique, favorise le développement pathogène d'un vulgaire saprophyte, le *B. Mesentericus*. — **M. J. Rouget** conclut de ses recherches que, dans certains cas, le virus vaccinal peut traverser les bougies Berkefeld V et W, mais que ce n'est point là une règle constante. — MM. **A. Gilbert** et **P. Lereboullet** ont reconnu que, dans la cholémie familiale avec lithiase biliaire, la proportion de bilirubine contenue dans le sang correspond à 68 milligrammes par litre de sérum. — **M. P. Remlinger** montre que, chez les animaux, et très probablement chez l'homme, en cas de morsure par un animal enragé, les centres nerveux sont virulents beaucoup plus tôt qu'il n'était admis jusqu'ici. — **M. S. Colombino** a pratiqué l'examen cytologique des sécrétions urinaires dans diverses affections; ce procédé permet le diagnostic rapide de la tuberculose urinaire. — MM. **P. Emile-Weil** et **Tanon** ont constaté qu'il ne paraît point y avoir de modifications du liquide céphalo-rachidien dans la lèpre. — **M. P. Emile-Weil** a observé que le bacille de Hansen peut, au cours de son parasitisme, perdre ses caractères tinctoriaux, en particulier son acidorésistance. — **M. Ch. Féré** montre que l'accumulation des excitations provoque une dépression progressive du travail, non seulement dans l'effort qui suit immédiatement les excitations, mais encore dans l'effort après un repos suffisant à la restauration de l'effort normal. — Le même auteur a

observé que plusieurs agents calmants ont, à faibles doses, une action excitante quand la substance a été administrée après un travail.

Séance du 17 Juin 1905.

MM. Remlinger et O. Nouri ont observé de nouveau le passage du virus vaccinal à travers la bougie Berkefeld V. — M. J. Larguier des Bancelles : Influence des électrolytes sur la précipitation mutuelle des colloïdes de signe opposé (voir p. 621). — M. L. Meunier montre que les malades dont le suc gastrique a une teneur faible en HCl, et tient néanmoins en dissolution une faible quantité d'amidon digéré, sont des hyperchlorhydriques rapides. — M. G. Billard a constaté que les phénols sont par eux-mêmes de médiocres facteurs d'abaissement de la tension superficielle des urines. — M. E. L. Backmann a reconnu que l'alcool éthylique ne peut servir de moyen de nutrition pour le cœur isolé et survivant des Mammifères. — M. E. Maurer résume ses observations sur le zéro physiologique de température du corps. — M. L. Guarrigue présente une revendication de priorité à propos de l'action thérapeutique des formiates. — M. E. Brumpt montre que le mycétome à grains noirs est dû à une Mucédinée d'un genre nouveau, dont il a suivi toute l'évolution et qu'il nomme *Madurella mycetomi*. — M. C. Foa a étudié la réaction de quelques liquides de l'organisme par la méthode électrométrique; les résultats sont très différents de ceux de la méthode titrimétrique. Les liquides de l'organisme sont, en général, sensiblement près de la neutralité. — M. J. G. Lache a examiné la structure de la neuro-fibrille au moyen de la nouvelle méthode de Cajal. Il ne pense pas que les grosses neuro-fibrilles aient une structure sensiblement différente de celle de leurs similaires plus grêles. Les neurosomes de Held paraissent identiques aux éléments granulaires de l'auteur. — M. P. Lesne attribue aux rapports des Tettigomètres avec les Fourmis la signification de phénomènes de domestication analogues à ceux qu'a produits l'industrie humaine. — MM. A. Gilbert et P. Lereboullet ont trouvé dans les icères chroniques simples une proportion moyenne de 13 centigrammes de bilirubine par litre de sérum sanguin. — M. A. Chassevant indique un procédé de recherche et de dosage des vapeurs de benzène dans l'atmosphère par barbotage dans deux flacons contenant l'un HAZO³ fumant, l'autre H²SO⁴ concentré. — M. Pinoy montre que les bactéries introduites avec le *Plasmodiophora brassicae*, myxomycète parasite produisant la hernie du chou, contribuent au développement de la pourriture. — M. M. Lœper a observé que la plupart des purgatifs produisent une excitation de la fonction glycogénique du foie, qui est en rapport avec une leucocytose polynucléaire de l'organe. — M. J.-J. Vassal a rencontré, chez un faisan de l'Annam (*Polyplectrum germani*), un nouveau Trypanosome, différant des espèces aviaires actuellement connues, et qu'il nomme *Tr. polyplectri*. — M. R. Montel a également trouvé, dans le sang d'un poisson de Cochinchine du genre *Clarias*, un Trypanosome voisin de celui de l'anguille et qu'il nomme *Tr. clariæ*. — MM. J. Nicolas et Bancel ont constaté que les vaccinations antirabiques engendrent une hyperleucocytose constante, souvent très marquée, et atteignant son maximum à la fin du traitement. — M. L. Lapique : Recherches sur l'ethnogénie des Dravidiens (voir p. 622). — MM. Nobécourt, Levaditi et Darré ont observé la présence du *Spirochete pallida* dans les lésions pemphigoides d'un nourrisson hérédosyphilitique et l'absence du même micro-organisme dans les organes de ce nourrisson. — M. P. Wintrebert a reconnu que le développement des larves d'Anoures, après ablation des centres nerveux, n'est que légèrement retardé. — M. Alb. Frouin a constaté qu'il n'y a pas d'adaptation du suc pancréatique, au sens de Pawloff, dans les divers régimes; il n'y a pas non plus adaptation du suc intestinal.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 6 Juin 1905.

M. Ch. Pérez a observé que le *Blastulidium paedophthorum* possède des formes de résistance prolongée à des conditions défavorables de milieu. — MM. J. Bergonié et Tribondeau ont étudié la pathogénie des altérations testiculaires produites par les rayons X. Ils croient à une action surtout directe, c'est-à-dire sur les cellules. — MM. Tribondeau et Récamier ont examiné les altérations produites par rentgénisation sur la tête d'un chat nouveau-né. Les rayons X ont entravé sans l'arrêter le développement de l'œil et ont provoqué la cécité par cataracte; ils ont, de plus, ralenti, sans l'arrêter, l'évolution des os de la face, en particulier des dents. — MM. Coyne et Cavalier ont observé, à la périphérie des lobules hépatiques, chez le porc, que les cellules hépatiques se disposent sous forme d'une couche de cellules aplaties. — MM. J. Gautrelet et J. Monteli ont constaté une diminution de l'acide carbonique respiratoire sous l'influence des injections d'eau de mer. La suppression du traitement marin ramène à son taux normal l'excrétion de CO².

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 26 Mai 1905.

M. O. Boudouard expose les résultats de ses recherches sur la fusibilité des silicates d'alumine, des silicates de chaux, des aluminates de chaux et des silicates aluminocalciques. — M. A. Kling montre que les solutions aqueuses d'acétol contiennent les deux formes tautomériques :



en état d'équilibre. Le passage de la forme cétonique à la forme oxydique se produirait à la faveur d'hydrates peu stables, dont M. Kling a prouvé l'existence à l'aide du chronostélescope de Varenne et Godefroy. — M. G. Urbain expose à la Société la méthode qui lui paraît actuellement la meilleure pour la séparation des différentes terres yttriques. Les grandes lignes de cette méthode sont les suivantes : Les terres du groupe cérique : lanthane, cérium, praséodyme, néodyme et samarium, sont complètement éliminées à l'état de nitrates doubles magnésiens au moyen du nitrate magnésien de bismuth. A partir du bismuth pur, on obtient successivement l'europium d'abord, puis le gadolinium. Les terres suivantes sont transformées en éthylsulfates. On obtient ainsi successivement la terbine à sels incolores et à oxyde noir, le dysprosium à sels verts, le holmium à sels jaune rosé, puis l'yttrium à sels incolores et à oxyde blanc. Les dernières fractions, très solubles, sont transformées en oxydes à mesure qu'elles ne présentent plus les bandes de l'holmium. Les oxydes ainsi obtenus constituent l'yttria rose. Ils renferment la majorité de l'yttrium, tout l'erbium, tout le thulium et tout l'ytterbium. La masse rose est transformée en nitrate. Soumis à la pyrogénéation fractionnée, ces nitrates laissent le nitrate d'yttrium inaltéré, les autres nitrates étant transformés en sous-nitrates insolubles. La majorité de l'yttrium est ainsi aisément éliminée. Les sous-nitrates sont transformés en nitrates qui sont soumis à la cristallisation fractionnée. Dans ces conditions, on obtient rapidement en queue et très pur l'ytterbium à oxyde blanc, puis le thulium qui est extrêmement rare et très mal défini, enfin l'erbine à sels roses. La cristallisation des nitrates ne permet pas de séparer l'erbine de l'yttria, et, pour séparer ces deux substances, il faut avoir de nouveau recours aux fusions. L'auteur insiste sur cette loi générale que les divers termes de la série des terres rares se séparent dans un ordre constant, quelle que soit la nature des sels que l'on soumet à la

crystallisation fractionnée. — MM. L. Maquenne et E. Roux exposent les résultats de leurs recherches sur l'amidon : d'après ces auteurs, la fécule serait un mélange d'amylodextrine (environ 80 %) et d'une substance gélatineuse qu'ils proposent d'appeler amylopectine. Le premier de ces corps est le seul qui, dans l'amidon, se colore en bleu par l'iode et donne du maltose à la saccharification diastatique. — M. E. Roux dépose un Mémoire dont les conclusions sont que les solutions d'amidon artificiel rétrogradent comme les empois de fécule, quoique beaucoup plus rapidement, et qu'elles sont également saccharifiables par les acides ou par le malt. Elles donnent les mêmes produits de saccharification, c'est-à-dire, dans le cas du malt, des dextrines et du maltose, en proportions relatives qui dépendent de la température à laquelle on a fait agir le malt, ainsi que cela se produit avec la fécule. Cependant, les amidons artificiels présentent cette particularité importante de fournir toujours, toutes conditions étant égales d'ailleurs, plus de maltose que n'en donne la fécule. Les résultats des recherches exposées dans ce mémoire montrent que les amidons artificiels ne ressemblent pas seulement par leur aspect et leurs caractères microscopiques aux amidons naturels, mais qu'ils possèdent les mêmes propriétés chimiques. — MM. Fourneau et Tiffeneau ont étudié la préparation et les propriétés de quelques oxydes d'éthylène. Ceux-ci sont obtenus en faisant agir la potasse aqueuse sur les chlorhydrines provenant de l'action des dérivés organo-magnésiens sur la chloracétone (oxyde d'éthylène 1:2 à fonction alcoolique tertiaire). Les oxydes d'éthylène 1:2 s'hydratent facilement en donnant des glycols. Avec les termes inférieurs de la série grasse, cette hydratation se fait avec un grand dégagement de chaleur. Ils se transforment par la chaleur ou par catalyse en présence de cuivre ou de nickel réduits en aldéhyde $R.CH(CH^3)CHO$, par hydrogénation dans le tube de Sabatier en alcools $R.CH(CH^3)CH^2OH$. Avec les dérivés magnésiens, ils donnent des alcools secondaires $R.CH(CH^3).CHOH.R$. Cette dernière réaction explique la présence de l'alcool $CH^3.CH^2.CH(CH^3)CHOH$, $CH^3.CH^3$, comme produit accessoire de la préparation de la chlorhydrine $CH^3(CH^2)C(CH^2Cl)CHO$. MM. Tiffeneau et Fourneau ont fait l'étude de cet alcool et de quelques-uns de ses homologues. — M. Fourneau communique ensuite les recherches personnelles de M. Tiffeneau sur l'oxyde de méthyléthylbenzène. Cet oxyde s'obtient soit par action à chaud de la potasse aqueuse sur la chlorhydrine correspondante, soit par agitation à froid de l'iodhydrine en solution étherée avec de la potasse sèche pulvérisée, soit encore, à côté de quelques produits secondaires, par action du sodium sur la solution étherée de la chlorhydrine du méthyléthylbenzène. Cet oxyde bout à 84-86° sous 15 millimètres; $D = 1,033$. Par distillation à la pression ordinaire, cet oxyde se transforme en aldéhyde isatropique, fait déjà communiqué au nom de M. Tiffeneau par M. Bouveault.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 30 Mars 1905.

Sir Norman Lockyer présente quelques considérations préliminaires sur les observations d'étoiles faites dans quelques cercles de pierres anglaises. On sait que les prêtres druidiques avaient l'habitude d'observer une étoile se levant environ une heure avant le Soleil, dans le but de déterminer le moment où il était nécessaire de commencer les préparatifs du sacrifice qui avait lieu au lever du Soleil. L'auteur arrive à la conclusion que pour le cercle de pierres des Hurlers, près de Liskeard (Cornouailles), l'étoile en question était très probablement Arcturus, ce qui ferait remonter la construction de ce cercle à environ seize cents ans avant J.-C. — M. J. Morrow a étudié la distribution de la vitesse sur la section d'un tuyau parcouru par un fluide

visqueux. Les expériences apportent une confirmation partielle de la loi théorique de la distribution de la vitesse, mais montrent que cette distribution ne peut être obtenue que dans des conditions très spéciales, entre autres l'absence complète d'obstructions et d'effets aux extrémités. Quand le courant est direct et qu'il existe des lignes de courant, la vitesse de distribution n'est pas nécessairement la même que pour le flux normal caractéristique. A la vitesse critique, le mouvement irrotationnel en ligne droite cesse pour faire place à un mouvement dans lequel les trajectoires des particules de liquide sont tourbillonnaires et turbulentes; la loi de la distribution de la vitesse linéaire moyenne parallèlement à l'axe change alors simultanément de la forme (approximativement) parabolique à la forme typique du mouvement tourbillonnaire. — M. J. B. Burke: Note sur la fluorescence et l'absorption. Dans un Mémoire sur le « changement d'absorption produit par la fluorescence », l'auteur a donné un compte rendu des expériences par lesquelles il a trouvé l'existence d'une différence très marquée dans l'absorption de la lumière fluorescente du verre d'uranium à l'état lumineux et à l'état non lumineux. Il a attribué cette différence à un changement temporaire dans la structure ou la composition chimique du corps exposé à l'influence de la lumière excitante, et il a été amené à le considérer comme dû à de nouveaux rapports atomiques donnant naissance à de nouvelles fréquences pendant la période de luminosité, par la formation de composés instables qui rayonnent d'une façon intense, lorsqu'ils se désagrègent, l'énergie accumulée par leur formation, la luminosité étant ainsi la manifestation visible d'un processus de formation et de destruction de molécules. MM. Nichols et Merritt ont découvert récemment que le changement d'absorption dépend de l'intensité de la fluorescence, et qu'un effet de saturation se produit dans l'absorption quand l'intensité de la luminosité augmente, atteignant un maximum avec une certaine intensité de la lumière fluorescente. Ils n'ont pas employé la lumière fluorescente d'un autre corps excité d'une façon analogue, mais une flamme d'acétylène comme source de rayons transmis. M. Camichel a eu quelque peine à percevoir le changement avec la lumière d'une flamme, et il semble que ce fait soit dû à l'emploi d'un écran de verre d'urane, de 7 centimètres d'épaisseur, pour retrancher les rayons les plus réfrangibles de la flamme, précaution qui n'est nullement nécessaire, puisque l'effet a été observé sans cet écran. La fluorescence produite par la flamme dit mine simplement l'absorption apparente. D'un autre côté, l'écran doit, lui-même, devenir fluorescent e- ainsi, si l'effet recherché se produit, absorber d'une façon considérable les rayons dont on se propose de mesurer l'absorption, d'après l'hypothèse qu'ils sont transmis par l'écran. Pour une fluorescence de très faible intensité, l'effet peut ne pas être perceptible dans quelques circonstances. De plus, le spectre fluorescent du verre d'urane est composé de plusieurs bandes; l'auteur les considère comme discontinues et composées de plusieurs lignes finement divisées. De sorte que l'emploi de l'écran filtre les rayons, et seuls ceux qui ne sont pas absorbés par le verre d'urane sont transmis. Ces derniers ne subissent aucun changement d'absorption. Le changement d'absorption ne peut pas être dû à l'accroissement d'amplitude si les vibrations sont linéaires; mais, là où de nouvelles périodes libres sont produites par les rayons excitants, l'intensité et l'absorption de la lumière fluorescente dépendraient du nombre et de la durée des périodes ainsi produites, et c'est ce que le changement d'absorption dans la fluorescence prouve de la façon la plus évidente. — M. A. H. Peake présente le résultat de ses recherches sur la détermination de la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée. Deux méthodes ont été employées : 1° l'étrangement ou l'étrirage en filets de la vapeur, pour obtenir la loi qui relie la variation de température avec la pression pour une chaleur totale

constante; 2° le chauffage direct d'un courant de vapeur par une méthode électrique. La chaleur spécifique, calculée d'après les résultats de la première méthode, augmente rapidement de 0,43 à 230° F. jusqu'à 1,0 à 350° F. Cet accroissement surprenant amène l'auteur à suspecter l'exactitude des tables de Regnault pour la vapeur saturée, qui ont servi au calcul, et à s'en rapporter uniquement à la méthode de chauffage direct. Malheureusement, les difficultés rencontrées, dans cette dernière, pour maintenir toutes les conditions constantes pendant la longue durée des expériences, n'ont pas permis d'obtenir des résultats très concordants, d'où l'on puisse tirer des conclusions fermes. Toutefois, l'auteur estime que la variation de la chaleur spécifique de la vapeur avec la température et la pression doit être faible. La valeur moyenne, tirée des meilleures expériences, de la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée à pression constante est 0,46. — MM. E. P. Perman et J. H. Davies : *La détermination de la pression de vapeur par barbotage d'air*. Les auteurs ont montré antérieurement que la tension de vapeur de l'eau peut être déterminée très exactement en faisant barboter un courant d'air à travers l'eau dans un thermostat et en déterminant la quantité d'eau évaporée par absorption dans l'acide sulfurique concentré. On a mis en doute l'exactitude de cette méthode et signalé la sursaturation de l'air comme cause d'erreur. Les auteurs ont examiné toutes les objections et montrent que ni la sursaturation, ni la présence de poussières, ni l'électrisation de l'air n'ont d'effet appréciable sur les résultats obtenus. — MM. S. E. Sheppard et C. E. K. Mees : *La théorie des processus photographiques. II. Dynamique chimique du développement*. Les auteurs ont étudié, par des méthodes microscopiques, l'augmentation d'épaisseur de la couche réduite de particules d'argent, leur dimension et leur nombre, dans des conditions variables d'exposition et de développement. Pour un développement constant pendant un temps court, l'épaisseur de l'image est indépendante de l'exposition. Lorsque le temps augmente, l'épaisseur s'accroît très rapidement d'abord, atteignant un maximum pour chaque exposition, après quoi elle reste constante, tandis que la densité de l'argent réduit augmente toujours. Avec un long développement, l'épaisseur s'accroît quelque peu avec l'exposition, une limite naturelle étant fixée par l'épaisseur de la pellicule. — M. George Senter : *Le rôle de la diffusion dans la catalyse du peroxyde d'hydrogène par le platine colloïdal*. Les écarts avec la formule logarithmique simple, dans la décomposition catalytique du peroxyde d'hydrogène par le platine colloïdal, sont probablement dus à des troubles causés par des courants de convection. Lorsque la constante de vitesse, calculée d'après l'hypothèse de diffusion de Nernst, est grande comparée à la constante de vitesse chimique, une augmentation de convection ne peut produire aucun effet appréciable sur la vitesse de réaction observée. Dans le cas considéré, puisqu'un accroissement de convection modifie la vitesse de réaction observée, il doit y avoir quelque erreur dans l'hypothèse qui amène à la conclusion que la constante de la vitesse de diffusion est grande en comparaison avec la constante de vitesse chimique. Cette erreur s'explique probablement par l'hypothèse que toute la surface du platine est, dans les conditions ordinaires, active vis-à-vis du peroxyde d'hydrogène. On ne peut pas établir, d'après les considérations précédentes, que l'hypothèse de Nernst soit exacte pour la catalyse du platine, mais seulement que la vitesse de diffusion n'est pas grande en comparaison avec la vitesse chimique. D'autres considérations, cependant, telles que la faible valeur du coefficient de température, rendent probable que l'hypothèse ci-dessus s'applique à cette action particulière. Une autre preuve en faveur de cette idée peut être trouvée dans le fait que les écarts de la loi logarithmique simple dans la catalyse par le platine ont leur analogie exacte dans la catalyse par l'hémase. D'après

l'hypothèse de la vitesse « chimique », il paraîtrait remarquable que deux catalyseurs d'origine si différente se comportent exactement de même manière; mais, avec l'hypothèse de Nernst, cela devient de suite compréhensible, l'action chimique jouant un rôle tout à fait secondaire dans les vitesses de réaction en question. — M. E. P. Perman : *La synthèse directe de l'ammoniac* : 1° Pour autant qu'on peut le constater par une des réactions chimiques les plus délicates, l'ammoniac ne peut pas être synthétisé par la chaleur (sauf dans des conditions spéciales indiquées ci-dessous). La décomposition de l'ammoniac par la chaleur peut donc être considérée comme étant une réaction irréversible; 2° L'ammoniac peut être synthétisé en petites quantités au moyen de ses éléments constituants : a) par chauffage avec beaucoup de métaux; b) par explosion avec de l'oxygène; c) en étant soumis à l'étincelle. Ce sont des réactions reversibles; 3° Il semble que la synthèse de l'ammoniac ne s'effectue que lorsque les gaz sont ionisés, l'ionisation étant produite par l'étincelle ou par la haute température d'une explosion d'hydrogène et d'oxygène. On empêche la décomposition immédiate de l'ammoniac formé en le refroidissant subitement. Les métaux en présence de l'humidité produisent aussi de l'hydrogène à l'état naissant ionisé; 4° Il ne semble pas que les azotures métalliques forment un état intermédiaire dans la formation de l'ammoniac, car on a trouvé que les métaux qui forment rapidement des azotures (par exemple le magnésium) ne produisent pas plus d'ammoniac que les autres; 5° Il y a une étroite analogie entre l'ozone et l'ammoniac en ce qui regarde leur synthèse et leur décomposition : tous les deux sont formés par l'étincelle et tous les deux sont complètement décomposés par la chaleur.

Scéance du 6 Avril 1905.

M. A. B. Macallum présente ses recherches sur *la nature de la réaction de l'argent dans les tissus animaux et végétaux*. Il en résulte que la réaction que les tissus animaux et végétaux donnent avec le nitrate d'argent dissous dans l'acide nitrique dilué doit être attribuée aux halogènes sous forme haloïde, puis à la taurine et à la créatine, mais que les protéïdes et la gélatine, débarrassés des traces d'haloïdes, ne donnent pas la moindre réaction colorée avec cette substance. Des deux composés organiques qui donnent la réaction colorée, la taurine peut être négligée, car elle ne se trouve qu'en quantité infinitésimale dans les tissus animaux; la créatine, quoique présente dans la proportion de 0,21 à 0,39 % dans le muscle de grenouille, et de 0,4 % dans le muscle de lapin, n'apparaît qu'en quantité inappréciable dans les autres organes, et est absente de tous les tissus d'invertébrés. On peut donc, en choisissant d'une façon appropriée les tissus des formes animales et végétales pour le traitement avec le réactif, déterminer avec une grande certitude et une grande exactitude la distribution des chlorures et peut-être aussi d'autres haloïdes dans les divers éléments cytologiques. Les résultats de cette détermination formeront le sujet d'un prochain mémoire; mais, dès maintenant, on peut affirmer que les matières et structures intercellulaires, y compris la substance-ciment de von Recklinghausen, sont riches en chlorures, et que les noyaux normaux des cellules animales et végétales en sont absolument dépourvus. — M. J. A. Crow : *Sur la chimie physique de la réaction toxico-antitoxine*. Voici sommairement les conclusions de l'auteur : 1° La lysine de Mégathérium passe à travers un filtre de gélatine et est diffusible à travers la gélatine; 2° L'antily sine de Mégathérium ne passe pas à travers un filtre de gélatine et n'est pas diffusible d'une façon appréciable à travers la gélatine; 3° La filtration et la diffusion des mélanges indiquent que la lysine libre est présente dans des mélanges neutres et dans des mélanges contenant de l'antily sine en excès; 4° L'antily sine libre existe dans des mélanges neutres

et dans des mélanges contenant de la lysine en excès; 3° La réaction est au moins partiellement réversible quand il y a un excès d'antilyisine; 6° De faux équilibres sont produits avec une plus grande facilité lorsque la lysine est en excès; 7° L'équation de neutralisation d'Arrhenius et Madsen ne peut s'appliquer pour des mélanges multiples; 8° L'enlèvement de la lysine d'une solution par l'antilyisine ne peut pas être compris comme un changement purement chimique, mais est plus analogue à certains phénomènes d'absorption. — **M. J. Scott** : *Influence du venin du cobra sur le métabolisme des protéides*. Voici les conclusions de ce mémoire : 1° Pratiquement, aucun changement dans le cours du métabolisme des protéides n'est produit par l'administration du venin de cobra, malgré une réaction locale bien marquée; 2° On observe une légère diminution dans la proportion de l'azote uréique, tout à fait insignifiante comparée avec celles qui produisent la toxine de la diphtérie et divers médicaments; 3° Il se produit une faible augmentation dans la proportion de l'azote ammoniacal; 4° On remarque une légère élévation dans la proportion de l'azote des corps puriques; 5° L'azote dans d'autres composés ne présente aucun changement constant; 6° Le P^{2O} excrété n'offre pas de changement constant; mais, dans deux expériences, il y a eu une légère augmentation. Le changement produit dans le métabolisme des protéides est cependant faible, et, tel qu'il est (diminution de l'élaboration de l'urée, et augmentation de proportion de l'azote excrété à l'état d'ammoniaque), il semble indiquer une faible action toxique sur le métabolisme hépatique plutôt qu'une action générale sur les changements des protéides, ce qui tend à confirmer l'idée que le poison agit principalement sur le système nerveux. — **M. C. Sherrington** poursuit ses recherches sur l'innervation réciproque des muscles antagonistes. — **M^{lle} E. Dale** : *Nouvelles expériences et recherches histologiques sur les intumescences, avec quelques observations sur la division nucléaire dans les tissus pathologiques*. C'est le troisième mémoire traitant des intumescences; l'auteur s'y occupe principalement de deux plantes, le *Solanum tuberosum* et le *Populus tremula*. Sur les plants de pommes de terre, on a obtenu expérimentalement des intumescences en vingt-quatre heures environ, soit sur des plantes entières et non lésées, soit sur des feuilles simples, soit sur de petites parties de feuilles. L'auteur a recherché l'effet des solutions nutritives sur la formation des intumescences. De plus, des observations anatomiques ont été faites, et l'on a dressé une classification des divers types d'intumescences. Les contenus de cellules ont été examinés et comparés dans le but de découvrir la substance osmotique qui produit l'accumulation d'eau initiale. Les expériences montrent que les causes internes des intumescences sont extrêmement locales et tout à fait indépendantes de la pression de la racine. La substance active osmotique est probablement l'acide oxalique. Les expériences présentes indiquent l'importance de l'irritabilité et des pouvoirs actifs d'assimilation, ainsi que de l'air humide, de la chaleur, de la lumière et généralement de l'oxygène. Finalement, l'auteur a étudié et comparé les phénomènes nucléaires et il les a trouvés identiques en tous points dans les diverses intumescences et dans les cicatrices. Il a aussi comparé les tissus pathologiques de certaines plantes et de divers animaux, et a remarqué une forte ressemblance entre certaines excroissances des plantes et des animaux rapidement formées, produites non par un organisme parasite, mais simplement par l'influence d'un stimulus probablement toujours externe, agissant sur une plante ou un animal qui se trouve dans une condition d'irritabilité telle qu'il est capable de réagir. Une ressemblance identique s'observe entre les tissus lésés régénérés de certaines plantes et de certains animaux, dont la formation est, dans tous les cas, accompagnée exclusivement par la forme la plus rapide de la division nucléaire, c'est-à-dire la forme amitotique ou

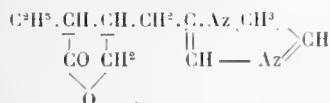
directe. — **M. E.-S. Salmon** : *Sur une adaptation endophytique présentée par l'Erysiphe Graminis D. C. dans certaines conditions de culture*. Dans de récents mémoires, l'auteur a indiqué que certaines espèces d'Erysiphaceæ sont capables, dans certaines conditions de culture, d'infecter sérieusement leur plantes-hôtes, lorsqu'on sème leurs conidies ou ascospores sur les cellules des tissus internes découverts par suite d'une lésion, quoique les champignons en question soient normalement confinés à la surface externe des cellules épidermiques. L'auteur déduit des présentes recherches que l'E. Graminis n'est pas, comme on a pu le supposer, assez fortement spécialisé comme ectoparasite pour être nécessairement restreint pour sa nourriture aux cellules de l'épiderme, mais qu'il se montre capable d'une adaptation immédiate à des conditions ressemblant étroitement à celles de l'endophytisme. Ce fait suggère la possibilité que, dans certaines circonstances, les hyphes mycéliens des espèces d'Erysiphaceæ, qui sont normalement ectoparasites, pénètrent dans les tissus internes de leurs plantes-hôtes découverts par des lésions causées par les attaques d'animaux ou par un agent physique. L'auteur fait remarquer, cependant, que l'entrée de l'hyphes peut être empêchée, soit en desséchant les couches superficielles des cellules, soit par les procédés de défense que présentent beaucoup de feuilles poussant d'une façon active.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 17 Mai 1903.

MM. J. W. Brühl et **H. Schröder** établissent, par des mesures physico-chimiques, que les acétoacétates d'éthyle primaires et leurs dérivés de substitution alkylés secondaires et tertiaires, ainsi que les éthers camphocarboxyliques et leurs dérivés alkylés, quoique liquides, possèdent une structure cétonique uniforme pure et ne contiennent aucune trace de tautomère énolique. — **M. W. J. Sell**, en chlorant le chlorhydrate de 2-méthylpyridine saturé de HCl, a obtenu un corps C^8HCl^2Az , qui est transformé par chauffage avec H^2SO^4 à 80 % en un acide trichloropyridique, lequel, chauffé avec le glycérol, donne une trichloropyridine symétrique, F. 72°-73°. — **M. W. N. Hartley** a examiné le spectre d'absorption de l'acide urique, de la murexide et des uréides; ces corps se divisent en deux groupes, suivant qu'ils présentent une bande d'absorption ou non. L'existence de cette bande paraît liée à l'occupation de la 8^e position dans l'anneau purique par O ou OR. — Le même auteur montre que l'existence d'une substance colorée est liée à la présence, dans deux parties de la molécule, de groupements éthyléniques ou benzénoïdes et de groupements cétoniques; les premiers sont endothermiques, les seconds exothermiques. — **M. H. J. H. Fenton** résume ses recherches sur l'acide dihydroxymaléique. — **MM. K. J. P. Orton**, **J. E. Coates** et **F. Burdett** ont constaté de nouveau que les solutions aqueuses des sels de s-tribromobenzène-diazonium, exposées au soleil, sont décomposées rapidement en s-tribromophénol et azote. En solutions alcooliques, la décomposition est également accélérée par la lumière. — **MM. Al. Findlay** et **F. C. Short** ont répété les expériences de Pickering sur la façon dont se comportent les solutions d'alcool propylique vis-à-vis des membranes semi-perméables. Dans un vase poreux plongé dans l'eau pure ou l'alcool propylique pur, le niveau s'abaisse toujours; avec une membrane de ferrocyanure de cuivre, il y a élévation quand le pot est plongé dans l'eau et abaissement quand il est plongé dans l'alcool pur. — **MM. W. A. Bone** et **H. L. Smith** ont constaté qu'entre 400° et 1125° la formaldéhyde se décompose rapidement en CO et H²; à 400°, l'acétaldéhyde se décompose en CH⁴ et CO, mais à 600° il y a séparation de carbone. — **MM. D. L. Chapman** et **A. Holt jun.** ont fait la syn-

thèse de la formaldéhyde en maintenant un fil de platine à haute température dans les mélanges suivants : CO et H ; CO₂H et vapeur ; CO et vapeur ; CO₂ et H. — **M. M. Chikashigé** a préparé trois nouveaux perchlorates oxymercureux O₂Hg²⁺(ClO₄)⁻. 12H₂O, le même sel anhydre et O³Hg²⁺(ClO₄)⁻. — **M. H. A. D. Jowett** étudie les rapports de la pilocarpine à l'isopilocarpine et montre que ces deux alcaloïdes sont certainement stéréoisomères ; ils sont représentés par la formule :



où deux atomes de C sont asymétriques.

**SOCIÉTÉ ANGLAISE
DES INDUSTRIES CHIMIQUES**

SECTION DE LONDRES

Séance du 1^{er} Mai 1905.

M. C. Otsuki a étudié l'action du peroxyde d'hydrogène sur une plaque photographique à l'obscurité. Si l'on admet comme caractéristique d'une radiation la propagation en ligne droite et la pénétration à travers les métaux, l'action de H₂O₂ sur une plaque photographique ne peut pas être considérée comme due à une radiation de cette substance. L'action de H₂O₂ se fait sentir à travers la gélatine, le celluloid, le papier, les gommés douces, le baume de Canada; l'ébonite, le verre, les métaux, la paraffine l'arrêtent. La réaction entre H₂O₂ et le gélatino-bromure d'argent dépend de la température. Cette grande sensibilité à la température produit le phénomène appelé « effet au bord ». Quand les températures de la solution de peroxyde et de la couche de gélatino-bromure sont constantes et égales, cet effet ne se produit pas. L'effet photographique augmente avec la durée d'exposition. L'effet de H₂O₂ sur la plaque est dû à une transformation du bromure d'argent de la couche sensible, probablement en un sous-bromure, qui est facilement réduit par le développeur. — Le même auteur a déterminé l'influence de la durée du développement sur le degré de noircissement de la plaque photographique. Dans l'intervalle des expositions normales, le rapport des densités de la plaque pour deux durées du développement est constant et indépendant de l'exposition. La densité, pour une exposition constante, est proportionnelle à une certaine puissance de la durée du développement. — **MM. Ph. Schidrowitz** et **F. Kaye** poursuivent leurs recherches sur la composition chimique des whiskys. Ils ont trouvé une grande variation dans les constituants, non seulement entre différentes classes, mais encore dans une même classe. La maturation, en tout cas pour les eaux-de-vie de grains, produit une augmentation des acides volatils et non volatils, et de faibles différences pour les éthers, les alcools supérieurs et le furfural; les aldéhydes ne varient pas.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 5 Mai 1905.

M. R. S. Hutton résume les récents progrès de l'électro-métallurgie du fer et de l'acier (procédés Keller, Stassano, Héroult et Kjellin). La *Revue* reviendra prochainement avec détails sur cette importante question.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 24 Mars 1905.

M. W. L. Case étudie le gaz comme source de force motrice et en particulier la production du gaz de gazogène, du gaz Mond et du gaz de haut-fourneau. D'une façon générale, une machine bien construite con-

sommerait environ 80 pieds cubes de gaz de gazogène par cheval-heure; les pertes sont très faibles avec un bon gazogène. Pour des installations ordinaires, le gaz Mond donne des résultats à peu près analogues; mais, pour de grandes stations centrales, il est plus avantageux, les dépenses étant réduites de la valeur du sulfate d'ammonium récupéré. La production de gaz combustible d'un haut-fourneau moderne correspond à environ 600 chevaux-heure par tonne de fer produite. — **M. O. Nagel** décrit la production et l'utilisation du gaz de gazogène à suction. L'antracite, le charbon de bois et le coke peuvent être également utilisés pour la production de ce gaz, qui peut être employé dans les moteurs à gaz d'éclairage ordinaire avec quelques légères modifications seulement: augmentation de la compression et du rapport du gaz à l'air. — **M. C. G. Atwater** étudie le gaz des fours à coke, produit de la distillation du charbon bitumineux en l'absence d'air. Il est riche en méthane et en hydrogène. De bonnes machines produisent le cheval-heure avec une consommation de 27 pieds cubes de ce gaz. — **M. J. D. Pennock** communique ses observations sur des gazogènes Mond, en fonctionnement aux États-Unis, sur la composition et la valeur calorifique du gaz produit.

SECTION DE SYDNEY

Séance du 12 Avril 1905.

M. T. Steel décrit un appareil pour le chauffage des solutions par la vapeur. Pour les solutions non saturées, la température atteinte est légèrement inférieure à celle qu'on obtient par ébullition sur une flamme; la différence dépend, d'ailleurs, de la concentration; il en est généralement de même pour les solutions saturées. L'explication de ce fait doit être cherchée dans la dilution de la solution par condensation d'un peu de vapeur, dilution qui abaisse le point d'ébullition.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 27 Avril 1905.

M. E. Warburg présente un Mémoire sur la réflexion des rayons cathodiques par les lames métalliques minces, Mémoire basé sur les expériences de **M. F. Williams**. La réflexion des rayons cathodiques, ces expériences permettent de l'affirmer, se produit sur une feuille métallique mince aussi bien que sur une plaque épaisse du même métal, tant que la vitesse ou le potentiel des rayons qui la frappent reste au-dessous d'une certaine valeur, que l'auteur appelle « valeur critique » du potentiel. Lorsque le potentiel de ces rayons dépasse la valeur critique, la réflexion diminue, dans le spectre des rayons réfléchis, d'abord pour les rayons plus fortement déviés, progressant pour des potentiels croissants vers les rayons moins fortement réfractés. La valeur critique dépend de l'épaisseur et de la nature de la feuille mince, étant, dans le cas de l'aluminium, de 11.000, 16.500 et de 21.800 volts respectivement, pour des épaisseurs de 0,53 μ, 1,09 μ et 2,44 μ. Ces résultats concordent, en général, avec les notions que **M. Warburg** s'était formées du mouvement des électrons dans les corps pondérables. — **M. Schottky** communique une notice de **M. H. Jung**, à Marbourg, sur les fonctions *theta* générales à 4 variables. Le problème est résolu en considérant une classe spéciale de fonctions d'Abel à 7 variables, fonctions représentées d'une façon rationnelle par des fonctions *theta* à 4 et à 3 variables. L'auteur établit les expressions algébriques des valeurs par lesquelles passent les quotients *theta* lorsqu'on substitue pour chaque argument une intégrale à limites supérieure et inférieure définies.

Séance du 4 Mai 1905.

M. Warburg présente un Mémoire sur l'ozonisation de l'oxygène due aux décharges par pointes. L'auteur fait remarquer que le rendement en grammes d'ozone

par coulomb se trouve en rapports intimes avec l'état de l'aigrette émanant de la pointe, tant il est vrai que les modifications, même microscopiques, de cette dernière suffisent à porter le rendement par des pointes négatives à des valeurs deux fois et demi plus grandes. Ce rendement, qu'on augmente en accroissant la pression, n'est que peu modifié par des accroissements de la température allant jusqu'à 80°, si la densité est maintenue constante par un accroissement simultané de la pression. Dans le cas de l'ozonisation par une décharge émanant d'une pointe métallique, le rendement technique maximum est réalisé au moyen de courants continus; il est de 20 grammes d'ozone par cheval-heure pour une pointe positive à aigrette positive. — **M. O. Kalischer** a étudié le cerveau des perroquets au double point de vue anatomique et physiologique. Il expose d'abord en détail l'anatomie de ce cerveau, y compris l'allure des fibres et les détails de structure, en recitait surtout la description de l'hémisphère encéphalique. Ses recherches physiologiques font voir l'influence de l'encéphale sur la vision, le langage, le mouvement, la sensation, la nutrition et l'orientation. L'auteur essaie enfin de localiser ces différentes fonctions. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 11 Mai 1903.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Al. Wilkens** présente ses recherches sur une nouvelle classe de solutions périodiques du problème des trois corps. Cette nouvelle classe de trajectoires fermées est une généralisation de la classe spéciale de solutions symétriques bien connue depuis la découverte de Poincaré en 1889.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. J. M. Pernter** fait la théorie de l'arc-en-ciel produit par une source lumineuse en forme de cercle. Il montre qu'en conservant l'intégrale d'Airy pour représenter l'intensité de l'arc-en-ciel, on ne peut étendre la sommation qu'à un diamètre du Soleil et non pas au disque entier. — **M. R. Nimführ** décrit une nouvelle méthode pour fixer les indications des météorographes des ballons enregistreurs et un dispositif pour l'arrêt automatique des styles enregistreurs à l'atterrissage. La première méthode consiste à employer un papier sensible recouvert de noir de fumée; à l'endroit où le style enlève le noir, le papier est impressionné. Après la fin de l'enregistrement, on enlève soigneusement tout le noir de fumée, on vire et fixe le papier sensible et on obtient la courbe du phénomène en lignes brun-noir sur fond blanc. — **M. J. Hann** a étudié la variation diurne de la température dans la zone interne des tropiques, d'après un grand nombre d'observations faites en divers pays. Il y a une remarquable concordance des temps de phase des ondes diurnes et semi-diurnes, dont les amplitudes sont dans un rapport presque constant, la seconde étant à peu près les 3/4 de la première. — **M. F. Agerer** a déterminé la rotation magnétique du plan de polarisation de la lumière dans les solutions salines aqueuses. Dans les solutions de NaCl, NaI et KI, une diminution de la teneur en sel produit une augmentation de la rotation magnétique spécifique; pour CdI₂, c'est le contraire; pour KCl et Na₂SO₄, on n'a constaté aucun changement. La constante magnéto-optique absolue de l'eau à 18° est de 0,01309. — **M. H. Graziadei** a constaté que l'enlèvement de la couche d'oxyde influe sur les propriétés magnétiques des feuilles de fer, de nickel et de cobalt; la perte par hystérèse diminue pour les forces de champ maximal inférieures; l'intensité de magnétisation subit aussi une diminution, ainsi que le magnétisme rémanent; enfin, la force coercitive diminue dans les champs inférieurs et augmente dans les champs supérieurs. — **M. J. Dinkhauser** a déterminé le pouvoir de réfraction moléculaire des sels en solution aqueuse et l'a comparé aux valeurs calculées par la formule de Gladstone en n et la formule de Lorentz en n^2 . En général,

les différences sont plus faibles pour la formule en n^2 que pour la formule en n , les iodures et le sucre faisant toutefois exception. — **M. J. Radakovits** a étudié l'ionisation produite dans l'air raréfié ou à la pression atmosphérique par des fils fins de Pt, Ir, Os, Ta et C portés électriquement à l'incandescence. Si i est l'intensité du courant qui produit l'incandescence, la vitesse de décharge est représentée par la formule Ae^{Bi} , où A et B sont des constantes. — **M. V. Juch**, en oxydant à froid l'acide oxysalicylique en solution dans H₂SO₄ concentré, a obtenu un produit cristallisé C¹⁴H¹⁰O⁶, donnant un sel de potasse et un produit diacétylé. Par distillation avec la poudre de zinc, il se forme un hydrocarbure qui a la composition et les propriétés du phénanthrène. — **M. S. Weisl**, par action de l'acide phénylacétique sur le phénol en présence de ZnCl₂, a obtenu la *p*-oxydésoxybenzoïne, F. 142°. Elle donne : par dédoublement avec KOH, du toluène et de l'acide *p*-oxybenzoïque; par oxydation, du *p*-oxybenzile, F. 175°; par réduction, un corps C²³H²⁷O³, F. 165°. Par condensation de l'acide phénylacétique avec le phénol en présence de P₂O₅, on obtient du phénylacétate de phényle, F. 35°, isomère avec la *p*-désoxybenzoïne. — **M. Edm. Blau**, par action de l'acide phénylacétique sur l'*o*-crésol en présence de ZnCl₂, a obtenu la *m*-méthyl-*p*-oxydésoxybenzoïne, F. 152°. Elle donne : par dédoublement avec KOH, du toluène et de l'acide *p*-oxy-*m*-toluylque; par oxydation, du *m*-méthyl-*p*-oxybenzile, F. 182°. De la même façon, on prépare un produit de condensation avec le *m*-crésol. — **M. F. Finzi**, par action de l'acide phénylacétique sur la résorcine en présence de ZnCl₂, a obtenu la 1-métadioxydésoxybenzoïne, F. 114°, donnant par oxydation le 1-méta-dioxybenzile, F. 239°. De la même façon, la pyrocatechine conduit à la *m-p*-dioxydésoxybenzoïne, F. 173°, et l'hydroquinone à l'*o-m*-dioxydésoxybenzoïne, F. 170°. — **MM. P. Gelmo et W. Suida** montrent que, dans le traitement par les acides et le mordantage par les sels, la laine de mouton subit des modifications essentielles, consistant dans un processus d'hydratation continu, une libération des groupes chimiques actifs de la fibre. Les produits de dédoublement qui en résultent sont nuisibles à la solidité de la teinture, car ils sont capables de fixer les colorants en formant des précipités peu solubles qui souillent mécaniquement les fibres. Le traitement préparatoire de la laine de mouton par l'alcool et un peu d'acide sulfurique permet une teinture solide des fibres ainsi traitées par les colorants acides.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. P. Th. Muller** (de Graz) a étudié l'influence d'une haute température et de l'exposition aux rayons Röntgen sur la production des anticorps. Elle est à peu près nulle; à peine les rayons de Röntgen produisent-ils une légère augmentation des agglutinines. — **M. F. Siebenrook** présente ses recherches sur les caïmans à lunettes du Brésil : *C. latirostris*, *C. sclerops* et *C. Niger*. Ce genre est caractérisé par une paupière supérieure ossifiée seulement en partie, la présence de fosses supratemporales et l'existence de 17 à 20 dents sur le maxillaire inférieur des deux côtés. — **M. G. Kraskovits** : Etude des phénomènes de division de la cellule chez l'*Oedogonium*. — **M. C. Diener** a étudié la faune triasique supérieure, riche en Ammonites, du Calcaire à Tropites de Byans (Himalaya). Cet horizon paraît un équivalent homotaxique de l'étage inférieur supra-carnien et infra-orien du Trias supérieur. — **M. F. Becke** poursuit ses recherches géologiques sur le côté nord du tunnel de Tauern. — **M. C. von John** a déterminé la composition chimique de quelques eaux ayant jailli dans le tunnel de Karawanke. Trois d'entre elles, provenant du Carbonifère supérieur, contenaient CO₂. La plupart renfermaient du sel de Glauber. LOUIS BRUNET.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 3 juillet, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section de Physique, en remplacement du regretté Alfred Potier. Elle a élu, au premier tour de scrutin, M. Curie, par 29 voix sur 51 votants, rendant ainsi l'hommage le plus autorisé aux splendides travaux de ce savant.

L'œuvre de M. Curie est trop connue pour qu'il soit utile de la rappeler. Sa gloire est aujourd'hui universelle et ne laisse plus de place à l'éloge. L. O.

§ 2. — Nécrologie

Le docteur Henri Parinaud. — Henri Parinaud naquit le 1^{er} mai 1844, à Bellac (Haute-Vienne), de parents occupant une situation des plus modestes. Par un labeur incessant et grâce à des qualités de jugement de premier ordre, il dota l'Optique physiologique et l'Ophthalmologie de conceptions nouvelles et originales et de constatations importantes.

Après une instruction préparatoire presque exclusivement autodidactique, Parinaud étudia la Médecine à Limoges et à Paris. Attaché en 1870 à la première ambulance de la Croix-Rouge, il rend des services qui lui valent d'être décoré sur le champ de bataille à l'âge de vingt-six ans.

D'une constitution délicate et malade, mais doué d'une énergie tenace et d'un stoïcisme à toute épreuve, Parinaud fournit un travail capital dans sa thèse de doctorat intitulée : *Etude sur la névrite optique dans la méningite aiguë de l'enfance* (1877). Les vues nouvelles et personnelles exposées dans ce travail sont aujourd'hui généralement acceptées en Ophthalmologie et en Neuropathologie et les faits d'observation les confirmant de jour en jour davantage. Elles ont été complétées par deux travaux ultérieurs, parus vingt ans plus tard [*Contributions à l'étude de la névrite œdémateuse d'origine intra-cranienne* (1895); *La névrite optique rétrobulbaire et les voies d'infection du système nerveux* (1896)].

La production de Parinaud, depuis 1877 jusqu'à sa mort, est vraiment extraordinaire. Ses recherches ont

pour objet presque tous les domaines de l'Ophthalmologie. Parmi ses nombreux travaux, il convient de signaler tout d'abord l'ensemble de ses recherches sur les troubles oculaires dans les affections nerveuses. Sa monographie intitulée : *Les troubles oculaires de la sclérose en plaques* contribue beaucoup à délimiter cette entité morbide et à la séparer de syndromes similaires d'aspect, différents d'essence. Elle est suivie de près de sa publication sur *La paralysie des mouvements associés des yeux*. Les observations réunies dans ces deux travaux lui fournissent les bases de sa conception des mouvements associés et de l'innervation motrice particulière de la vision binoculaire. Rejetant de propos délibéré les conceptions et fictions géométriques concernant la vision binoculaire, portées à leur apogée par Helmholtz, il replace cet acte sur son vrai terrain, le terrain physiologique. Il montre que la convergence-divergence constitue la partie fondamentale des fonctions motrices de la vision binoculaire; cette fonction est un réflexe, dont la partie sensorielle est représentée par les rétines et leurs points correspondants. Le strabisme est constitué par un trouble de la fonction convergence-divergence, associé primitivement ou secondairement à un désordre sensoriel.

Parinaud a développé ces conceptions dans un certain nombre de Mémoires. Elles sont exposées dans leur ensemble dans son livre intitulé *Le strabisme* (1899), ainsi que dans son *Rapport sur le traitement du strabisme* (1893). Les idées exprimées dans ces deux travaux rencontrèrent une résistance assez vive au moment où elles furent émises pour la première fois. Elles sont aujourd'hui classiques.

Après avoir publié en 1880 un travail intitulé : *De l'héméralopie dans les affections du foie et de la nature de la cécité nocturne*, il établit, par des expériences physiologiques patiemment poursuivies, « qu'il y a deux espèces de sensibilité oculaire pour la lumière. La première nous donne une sensation lumineuse diffuse, indépendante de toute perception de couleur et de forme : c'est la sensation de clarté. Elle est l'attribut des bâtonnets et du pourpre visuel. La seconde, qui est l'attribut des cônes, nous donne des sensations lumineuses définies, qui concourent à la perception des objets, laquelle repose essentiellement sur la propriété

se ces éléments de recevoir les impressions lumineuses géométriquement distinctes et de transmettre au sensorium des différences très délicates d'intensité lumineuse et chromatique» (Académie des Sciences, 1^{er} avril 1881).

A la suite de ses travaux, Parinaud établit les différences que présente l'adaptation rétinienne pour les différentes parties du spectre visible. Il attribue aux bâtonnets et au pourpre le rôle d'éléments adaptateurs.

Nous ne suivrons pas ici Parinaud dans son œuvre clinique. Son nom reste attaché à plus d'une affection découverte et décrite par lui. Cet homme apporta la clarté aussi bien dans les phénomènes déconcertants de l'œil hystérique que dans la complexité apparente des conjonctivites. Il fut de plus un homme de grand cœur. Tombé malade en pleine activité scientifique et professionnelle au commencement de l'année 1905, il ne devait plus se relever.

§ 3. — Génie civil

L'exploitation des mines aux grandes profondeurs. — Dans une récente séance de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, M. G. Richard a mis en lumière les difficultés de plus en plus graves que présente l'exploitation des mines aux grandes profondeurs; l'attention des intéressés est actuellement attirée d'une façon toute spéciale sur ces difficultés par les projets d'exploitation des couches de houille de la Campine et du bassin de Limbourg, qu'il faudra rejoindre, au travers de morts terrains aqueux et difficiles, à des profondeurs voisines du kilomètre. Il faudra, pour ces exploitations, dont les travaux seront très importants, creuser des puits très coûteux et installer un aérage très puissant, non seulement en raison de l'étendue des travaux, mais aussi de la température élevée de ces grandes profondeurs, température provenant non seulement du degré géothermique ordinaire de 20 à 30 mètres, qui amène aux environs de 45° la température à la profondeur de 1.000 mètres, mais aussi de la présence probable de sources d'eau chaude. On estime qu'il faudra, dans ces conditions, compter sur un débit d'air d'au moins 100 mètres cubes par seconde.

Le prix très élevé de ces puits à grandes profondeurs fait que l'on doit s'efforcer d'en diminuer le plus possible le nombre et notamment chercher à utiliser pour l'extraction les puits d'entrée d'air de l'aérage. Cette utilisation n'est pas nouvelle, mais il s'agit ici de conditions exceptionnelles, pour lesquelles il faudra employer des solutions radicales, ne compromettant en rien le fonctionnement de l'aérage, tout en laissant à l'activité de l'extraction toute son intensité, comme s'il ne se faisait aucun aérage par le puits même de sortie des matières.

Parmi les solutions envisagées dans ce but, celle de M. Bentrop, directeur des charbonnages de Neumühl, consiste à enfermer toute l'installation de l'extraction proprement dite (celle de la recette et celle du triage du charbon) dans un grand bâtiment étanche à l'air et construit au-dessus du puits d'entrée de l'air dans la mine. Les opérations de l'extraction se passent alors, dans ce bâtiment, comme en plein air libre; les bennes et leur charbon y arrivent et s'y recueillent sans difficulté, et il ne s'agit plus que de faire sortir le charbon de cet immense sas à air sans y provoquer des rentrées d'air notables.

A Neumühl, le bâtiment ainsi maintenu sous la dépression de l'aspiration d'aérage occupe une surface d'environ 750 mètres carrés; il est construit, jusqu'à l'arrivée ou recette supérieure des bennes de la mine, en maçonnerie de 0^m,50 d'épaisseur, et, au-dessus, en une charpente métallique avec remplissage en maçonnerie de 0^m,25 d'épaisseur; les parois sont recouvertes, à l'intérieur, d'un enduit au ciment de 10 millimètres; la toiture est en béton armé de 120 millimètres d'épaisseur. La partie du chevalet d'extraction qui traverse le

toit, ou l'avant-carré, est enveloppée, jusqu'au-dessous des molettes, d'une gaine de tôles étanches, se terminant par une cloison percée de quatre petites fentes pour le passage des câbles; et, pour ne pas transmettre ses vibrations au reste du bâtiment, cet avant-carré en est isolé, et son passage au travers du toit rendu étanche par une tôle rivée à l'enveloppe de l'avant-carré, l'entourant et plongeant dans une rigole remplie de sable fixée au toit du bâtiment. Les fenêtres sont en verre armé. La surface soumise ainsi à la dépression est d'environ 3.250 mètres carrés, et, néanmoins, aux essais, avec un ventilateur aspirant 100 mètres cubes par seconde, sous une dépression de 120 millimètres d'eau, la perte par entrées d'air n'a été que 2,25 ‰, ce qui correspond à un orifice équivalent de rentrée d'air de 0^m,077, c'est-à-dire très petit.

C'est qu'en effet, en outre des dispositions prises pour assurer l'étanchéité même du bâtiment, M. Bentrop a eu recours à des artifices très ingénieux pour assurer celle, plus difficile, des sorties du charbon de ce bâtiment.

Les moyens imaginés par M. Bentrop à cet effet sont nombreux, mais peuvent se ramener à quelques types, connus sans doute en principe, mais dont l'application nouvelle est des plus remarquables. C'est ainsi que l'on peut faire basculer les wagonnets sur un plan incliné disposé dans le bâtiment, et qui débouche à l'extérieur dans l'eau d'un grand joint hydraulique, au fond duquel le charbon est repris par un élévateur à godets; ou encore faire basculer ces wagonnets dans un sas à double fermeture, une porte supérieure l'isolant du bâtiment, pendant que la porte inférieure s'ouvre pour laisser le sas se vider à l'extérieur; et ce sas peut être, pour les très grands débits, remplacé par un tambour tournant à l'intérieur d'un autre tambour fixe, à deux orifices communiquant l'un avec le bâtiment et l'autre avec l'extérieur. Le tambour tournant porte des cloisons radiales à frottement étanche sur le tambour extérieur, qui constituent ainsi une série de trémies triangulaires, que leur rotation amène successivement au-dessous du plan incliné qui leur apporte le charbon du bâtiment, puis au-dessus de l'orifice de sortie du tambour fixe par où le charbon se déverse à l'extérieur sur une chaîne à godets. Bien d'autres dispositifs ont été proposés par M. Bentrop; on pourra, pour les étudier, se reporter à un Mémoire de M. Schneider, auquel nous empruntons ces renseignements ainsi que les conclusions suivantes¹:

« Les avantages sont assez considérables :

1° Le puits est absolument dégagé et aussi accessible que n'importe quel puits d'extraction; l'espace et la lumière ne manquent pas;

2° L'usure du câble est bien moindre qu'avec les clapets Briart; le câble traverse, en effet, la cloison séparatrice très près des molettes, à un endroit où le ballonnement est presque nul;

3° La manœuvre des portes est complètement supprimée; d'où économie de main-d'œuvre et nombreuses pertes d'air évitées;

4° Les appareils sont tous très simples, et leur fonctionnement est ou bien indépendant des ouvriers, ou bien le même que ceux des appareils (culbuteurs, balances, etc.) qu'on emploie dans le cas de l'extraction par les puits d'entrée d'air;

5° La recette est à l'abri des gelées et autres intempéries dont les puits d'entrée d'air ont à souffrir;

6° Les pertes par rentrée d'air sont très faibles, comme on l'a vu précédemment (2,25 ‰). Cette faible perte s'explique par l'absence de portes; il n'y a, en effet, que deux petits sas à portes, l'un pour le passage du personnel, l'autre pour l'introduction des matériaux, tels que bois, etc.; or, le passage n'y est pas fréquent. Pendant l'extraction, on ne se sert pas de ces sas, et les seules pertes proviennent des appareils. Or, ceux-ci

¹ *Revue universelle des Mines et de la Métallurgie*, avril 1905.

sont disposés de façon que l'obturation soit continue; leur étanchéité est très satisfaisante et, dans le cas où elle laisserait à désirer dans un appareil quelconque, il est toujours facile d'y remédier en renouvelant les bandes de cuir obturatrices ou les bourrages.

Les inconvénients sont, d'autre part, les suivants :

1° Un très grand inconvénient, c'est que, le contenu de tous les wagonnets étant déversé dans un local absolument clos, l'air de ce local se charge très fortement de poussières, ce qui y rend le séjour nuisible et désagréable. Les poussières qui se déposent partout en quantités énormes augmenteront sérieusement le danger, en cas d'incendie, et même pourraient être la cause d'une explosion de poussières à l'intérieur du local;

2° Le nombre de personnes se trouvant dans l'atmosphère déprimée, et obligées par conséquent de respirer un air vicié, est exagéré inutilement;

3° Les pertes constatées jusqu'ici sont très faibles, mais il faut remarquer que l'installation est toute récente. Il conviendra de voir ce qu'elles seront dans quelques années; il est probable qu'à la longue, il sera très difficile de maintenir étanches d'aussi énormes surfaces, surtout quand le bâtiment commencera à se ressentir des mouvements du sol.

On voit que, malgré son ingéniosité et son succès actuel, le système de M. Bentrop ne réalise pas la perfection; aussi en cherche-t-on déjà d'autres, parmi lesquels il faut signaler tout particulièrement celui de l'usine de Humboldt, également décrit dans le Mémoire de M. Schneider, et dont le principe consiste à ne renfermer, dans le bâtiment étanche de M. Bentrop, que la recette du charbon, en passant de la recette au triage par un grand sas, pourvu d'appareils mécaniques très ingénieux, mais assez compliqués. Ce système fonctionne depuis un an, avec succès, au charbonnage de Deutscher Kaiser, près de Neumühl, où il permet d'écluser, par dix heures, 9.600 wagonnets de 600 kilogrammes, soit 5.760 tonnes, avec une perte de 2,6 %, mais en dépression de 350 millimètres au lieu de 120 millimètres d'eau à Neumühl, ce qui réduit l'orifice équivalent des rentrées d'air à $0^m,0432$, soit presque à la moitié de celui de Neumühl.

Bien que le problème ne soit complètement résolu par aucune de ces deux solutions, elles méritaient, à tous égards, d'être signalées.

§ 4. — Physique

Le corps humain comme source d'électricité. — M. Sommer, professeur à l'Université de Giessen, vient de faire d'intéressantes observations sur un phénomène lumineux produit par le frottement de la peau humaine sur les ampoules des lampes à incandescence électrique.

En saisissant l'ampoule d'une petite lampe électrique, il observa une nuit que, toutes les fois que sa main touchait l'ampoule, cette dernière présentait une luminosité comparable à un brouillard lumineux et qui éclairait certaines parties de l'ampoule aussi bien que ses doigts, même avant que le courant électrique ne fût fermé. Ce remarquable phénomène pouvait être reproduit plusieurs fois en frottant l'ampoule sur la main. Hâtons-nous de dire, toutefois, que l'expérience ne réussit point avec toutes les ampoules et que celles qui ont servi pendant quelque temps et qui présentent les dépôts sombres de particules de charbon bien connus risquent fort d'être en défaut. Lorsqu'au contraire c'est une lampe à incandescence nouvelle ou peu usée, ne contenant aucun conducteur métallique, qu'on frotte fortement sur la peau, par exemple du front ou du bras inférieur, et qu'on vienne à l'éloigner subitement de la peau, cette dernière présente la luminosité précitée. Si, après avoir retiré la lampe, on l'arrête tout d'un coup, on voit ses contours distinctement illuminés et, au milieu, on observe une tache brillante. Lorsqu'après avoir frotté la lampe sur quelque partie du corps (le bras inférieur par exemple), on en

touche une autre, par exemple la joue, cette même luminosité se produit, même sans frottement, en vertu du simple contact, éclairant une partie de la figure. Si l'haleine frappe une lampe ayant été frottée sur quelque partie du corps, il se produit encore une luminosité bien marquée.

Les phénomènes en question seraient, suivant le Professeur Sommer, d'un caractère partiellement physiologique, c'est-à-dire propre à l'organisme humain ou animal. Mais, comme, d'autre part, une partie de ces phénomènes peuvent être produits aussi par frottement sur d'autres substances, une loi physique générale doit les régir en partie, loi qui, dans le corps humain, se présente sous des conditions spéciales. Cette luminosité est, d'ailleurs, susceptible de produire des effets photographiques.

§ 5. — Agronomie

L'Institut international agricole. — A l'occasion de la fondation, par le roi d'Italie, d'un Institut international agricole, que ce souverain a doté d'une rente annuelle de 300.000 francs, un Congrès vient de se réunir à Rome. Trent-huit Puissances y étaient représentées, et leurs délégués viennent de recevoir le protocole régissant cette Institution, dont les dispositions sont la reproduction des propositions faites par la Mission française.

D'après ce document, l'Institut international d'Agriculture a son siège à Rome et il fonctionnera dès qu'aura eu lieu, l'an prochain, la Conférence en vue d'arrêter les détails de son fonctionnement.

Le but de l'Institut est ainsi défini :

Il devra concentrer, étudier et publier dans le plus bref délai possible les renseignements statistiques, techniques ou économiques concernant la culture, les productions tant animales que végétales, le commerce des produits agricoles et les prix pratiqués sur les différents marchés;

Communiquer aux intéressés, dans les mêmes conditions de rapidité, tous les renseignements dont il vient d'être parlé;

Indiquer les salaires de la main-d'œuvre rurale;

Faire connaître les nouvelles maladies des végétaux qui viendraient à paraître sur un point quelconque du globe, avec l'indication des territoires atteints, la marche de la maladie, et, s'il est possible, les remèdes efficaces pour les combattre;

Etudier les questions concernant la coopération, l'assurance et le crédit agricoles, sous toutes leurs formes; rassembler et publier les informations qui pourraient être utiles dans les différents pays à l'organisation d'œuvres de coopération, d'assurance et de crédit agricoles;

Présenter, s'il y a lieu, à l'approbation des Gouvernements des mesures pour la protection des intérêts communs aux agriculteurs et pour l'amélioration de leur condition, après s'être préalablement entouré de tous les moyens d'information nécessaires, tels que vœux exprimés par les Congrès internationaux ou autres Congrès agricoles et de sciences appliquées à l'Agriculture, Sociétés agricoles, Académies, Corps savants, etc.

Toutes les questions qui touchent les intérêts économiques, la législation et l'administration d'un Etat particulier devront être exclues de la compétence de l'Institut.

§ 6. — Biologie

A propos des expériences de M. Burke. — On a beaucoup parlé, ces jours-ci, des expériences de M. John Butler Burke. Des informateurs un peu pressés prétendaient que le bouillon le mieux stérilisé ne résistait pas à l'action du Radium, créateur de vie, et que M. Burke, physicien du Cavendish Laboratory de Cambridge, était arrivé ainsi à obtenir des corps organisés. Il est inutile de dire que l'auteur

n'a jamais communiqué le résultat de ses expériences sous une semblable forme; mais on conçoit l'accueil que pouvait recevoir une telle nouvelle, de la part du grand public, toujours crédule.

Les savants, eux, se réservent. Ils savent, par les immortelles expériences de Pasteur, incessamment renouvelées, que toutes les prétendues démonstrations que l'on a pu faire de la génération spontanée avaient pour point de départ une erreur de technique. Dès lors, la sagesse conseille d'attendre : il serait imprudent de se prononcer, dès aujourd'hui, sur la portée des expériences de M. Burke.

Toutefois, le résultat de l'enquête effectuée auprès de quelques naturalistes anglais des plus éminents pour avoir leur sentiment *a priori* sur les faits observés par M. Burke, — enquête que publient les revues scientifiques d'Angleterre, — intéressera sans doute nos lecteurs.

Lord Avebury, biologiste distingué, formule son opinion comme suit : « Il est vrai de dire que les propriétés du radium sont merveilleuses, mais je n'en dois pas moins avouer que j'aurais présumé qu'un processus donnant naissance à la Vie demandât comme condition primordiale un intervalle de temps considérable. Aussi, je crois prématuré d'énoncer un jugement quelconque au sujet des observations de Burke. »

M. Oliver Lodge, le célèbre physicien, adresse la réponse suivante :

« Il semble qu'il s'agisse de quelque agglomérat moléculaire compliqué, qui, comme je l'ai fait remarquer dans un article antérieur sur la Vie, se trouve probablement sur le chemin du développement organique. Si jamais on trouvait le moyen de produire au laboratoire du protoplasma vivant, cela ne pourrait se faire que grâce à la formation d'agglomérats pareils, d'une incertitude telle qu'ils se trouvent dans un état permanent d'évolution et qui, tant dans leur formation et leur multiplication que dans leur décomposition, manifestent quelques rares fonctions de la matière vivante. Il s'agirait d'approfondir leur susceptibilité au stimulus et leur pouvoir d'assimiler d'autres matières, et l'on ne devra pas présumer que cette fonction ait été découverte sans la présence préalable d'un germe de vie. Tout ce qu'on peut dire, jusqu'ici, c'est que l'investigation scientifique semble s'être aventurée dans la bonne voie, sans que toutefois l'on doive s'attendre à des résultats sensationnels dans un avenir prochain. On ne devra pas, cependant, s'étonner qu'il se produise par la suite dans les laboratoires quelque chose qu'on puisse considérer comme génération spontanée de la Vie, bien que toutes les tentatives antérieures aient échoué. »

M. Edward Clodd dit : « On ne saurait douter plus longtemps de l'identité fondamentale des matières inorganiques et organisées; aussi la Vie doit devoir son origine à la matière dite « morte ». Quant aux conditions sous lesquelles s'est produit ce phénomène, rien ne saurait être dit; mais le résultat d'un processus d'une longueur incalculable a été l'évolution de l'Homme, depuis les aspects de Vie les plus inférieurs et à travers une série infinie de modifications. Le fait que de tels aspects, étant nécessairement d'une structure aussi simple que possible, puissent être engendrés maintenant, implique la satisfaction des conditions sous lesquelles la matière vivante peut être créée, à partir de la matière non-vivante. Il y a dix ans, le Professeur Bütschli produisait une matière semblable au protoplasma; les recherches ultérieures devront décider si M. Burke, dans ses expériences, a trouvé cette même substance. Le compte rendu de Burke n'a rien qui doive étonner, et, comme l'a dit Huxley, ce serait la témérité la plus grande de l'Homme que de dire que les conditions mêmes sous lesquelles la matière se revêt des qualités que nous disons Vie ne puissent pas être produites par voie artificielle. La liaison intime et évidente entre les phénomènes de Vie et les phénomènes électriques milite bien en faveur des conclusions de M. Burke. »

§ 7. — Sciences médicales

La Croix-Rouge japonaise. — On sait aujourd'hui combien le Service de santé de l'armée japonaise est admirablement organisé et avec quel succès il s'acquitte de sa mission. Ce qui est peut-être moins connu, c'est le rôle considérable joué par les nombreuses sociétés de secours qui doivent leur existence à la philanthropie et au patriotisme nippons.

La plus importante de ces sociétés est celle de la *Croix-Rouge*. Elle fut fondée en 1877 sous le nom de *Hakouaïcha* et rendit immédiatement d'excellents services dans la guerre civile de Kagoshima. En 1886, le Japon ayant adhéré à la Convention de Genève, elle prit le nom de *Société japonaise de la Croix-Rouge* et ne tarda pas à rivaliser avec les associations similaires existant en Europe. En 1894, lors de la guerre sino-japonaise, elle soigna plus de 100.000 blessés et malades; et, en 1900, pendant l'insurrection des *Boxers*, ses hôpitaux et ambulances reçurent 11.348 patients, dont 245 Français. (L'Angleterre, les Etats-Unis et l'Allemagne ont leurs propres hôpitaux navals à Yokohama.)

Son champ d'action s'étend à toutes les calamités nationales dont elle peut soulager les victimes : tremblements de terre, inondations, typhons, famines, épidémies, etc. Son grand hôpital de Tokyo reçoit des malades civils en temps de paix, et les élèves de l'école des infirmières qui y est attachée y font un apprentissage de deux à trois ans. En temps de guerre, il est mis à la disposition exclusive des autorités militaires.

Actuellement, la Croix-Rouge japonaise dispose d'un personnel d'environ 3.000 médecins, pharmaciens, brancardiers et infirmières, presque tous utilisés sur le théâtre de la guerre et à bord de ses navires-hôpitaux. Elle en possède deux, le *Hakouaï-Marou* et le *Kosaï-Marou*, admirablement aménagés pour recevoir environ 300 malades chacun. Deux autres, du même type, sont en construction, et le *Saïkyo-Marou* et le *Kobé-Marou* ont été affrétés pour la durée de la guerre. Ces bateaux font la navette entre la Corée et le Japon, où ils transportent tous les malades et blessés évacuables et assez gravement atteints pour exiger une hospitalisation prolongée.

En outre, la Croix-Rouge japonaise dispose d'un matériel imposant de voitures, tentes, pharmacies de campagne, instruments, etc. Elle compte aujourd'hui près d'un million de membres — environ 2 % de la population totale du Japon — et la popularité dont elle jouit fait honte à plus d'un de nos pays occidentaux, si fiers de leurs sentiments humanitaires et de leur civilisation.

Après la Croix-Rouge, il convient de citer la *Société des infirmières volontaires*, d'environ 5.000 membres, l'*Union patriotique des dames*, l'*Association de secours aux soldats et marins*, les *Elèves de l'école des paresses*, les *Femmes des officiers de la marine*, etc. Toutes ces sociétés féminines font preuve d'un dévouement admirable et nous révèlent les charmantes qualités de la femme japonaise : sa douceur infinie, sa bonne humeur inaltérable, son abnégation, sa patience, sa modestie..., qualités qui font de ces vaillantes et gracieuses créatures, femmes jusqu'au bout des ongles, des compagnes dignes de ces héros qui se prodiguent sans compter et sacrifient joyeusement leur existence à l'avenir du *Daï Nippon*. D^r F. Weisgerber.

§ 8. — Géographie et Colonisation

Le rôle économique du chemin de fer transandin. — La République Argentine et le Chili viennent de concéder une voie ferrée qui traversera les Andes, au pas de la Cumbre (3.950 mètres), un peu au Sud de l'Aconcagua, la plus haute sommité de l'Amérique du Sud. Ce tronçon, qui réunira Puente del Inca, terminus argentin, à Salto del Soldado, terminus chilien, aura une longueur de 45 kilomètres; il supprimera la solution de continuité qui existait sur la grande ligne

Buenos-Ayres-Valparaiso et nécessitait l'utilisation d'une route de voiture et d'un chemin muletier des plus pénibles. La dépense est évaluée à 37 millions de francs et le contrat prévoit que la ligne sera terminée en 1907. Le projet comporte de nombreux ouvrages d'art, plusieurs tunnels, dont l'un, celui de la Cumbre, aura 2 kilomètres et demi, et se trouvera à l'altitude d'environ 3.200 mètres. La ligne, à voie étroite depuis los Andes, sera à crémaillère sur la plus grande partie de sa longueur; des travaux de protection suffisants lui permettront de rester ouverte au trafic l'hiver entier. On pourra alors parcourir en 48 heures — au lieu de 72 aujourd'hui — les 1.430 kilomètres qui séparent Buenos-Ayres de Valparaiso.

Le transit actuel n'est pas très actif, étant donnés les transbordements multiples exigés par les changements de Compagnies, les transports à dos de mules, et surtout par le fait que la ligne argentine, le *Ferro Carril Buenos-Ayres al Pacifico*, ne coïncide que trois fois par semaine, à Mendoza, avec les correspondances de la ligne chilienne. Enfin, la traversée des Andes n'est possible de cette manière que pendant cinq mois de l'année. Pour ces différentes raisons, on comprendra que cette voie soit surtout utilisée par les voyageurs désireux d'éviter une traversée d'une quinzaine de jours, souvent contrariée par les mauvais temps, si communs à la sortie du détroit de Magellan.

Le temps est passé où le Chili était un des principaux pays producteurs de céréales. Ses richesses minières ont bien détourné une partie de son activité; l'accroissement de pluviosité du climat l'a rendu moins apte à ces mêmes cultures; sa position excentrique sur le Pacifique est sans doute des plus défavorables; mais toutes ces causes n'ont point exercé une influence aussi fâcheuse que la concurrence de la République Argentine. Favorisé par une immigration importante, ayant enfin trouvé le calme politique, ce dernier pays a pris, depuis dix ans surtout, un développement économique important. L'extension rapide des voies ferrées a provoqué la diffusion des cultures. Tandis que la vigne est presque une spécialité des deux provinces de Mendoza et de San Juan, que la culture de la canne à sucre est concentrée dans la province de Tucuman, que les quebrachos colorados ne franchissent guère les territoires du Chaco et de Formosa, les vastes champs de blé et de maïs s'étendent dans toutes les provinces de l'Est, qui possèdent aussi les plus riches troupeaux. Mais, là encore, les divers climats ont tracé des limites. Le gros bétail, redoutant le froid, ne descend guère au Sud de la province de Buenos-Ayres, et remonte jusque dans la zone subtropicale. Il en est de même des chevaux, avec cette différence qu'ils sont répartis moins haut vers le Nord, refoulés par

les pluies. Le mouton s'élève encore moins dans cette direction, mais rayonne davantage au Sud et à l'Ouest, rejeté cependant sur des pâturages de plus en plus maigres, par suite de la mise en valeur toujours croissante des terrains propres à la culture.

La similitude des productions du Chili et de la République Argentine et le prix élevé des transports par chemin de fer — surtout dans les lignes de montagne — n'amèneront jamais un gros trafic de marchandises sur le Transandin. La ligne s'imposait au point de vue des relations de voisinage, mais il est à supposer que le Chili trouvera des facilités d'exportation et des avantages autrement précieux dans le percement prochain du canal de Panama.

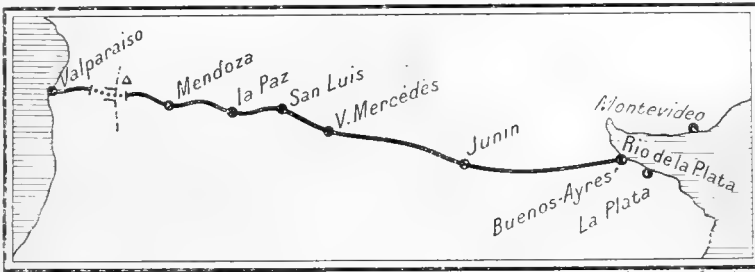


Fig. 1. — Ligne joignant Buenos-Ayres à Valparaiso.

P. Clerget,
Professeur à l'École
de Commerce
du Locté.

§ 9. — Enseignement et Sociétés

Muséum d'Histoire naturelle de Paris. — M. Edmond Perrier, membre de l'Académie des Sciences, professeur d'Anatomie comparée au Muséum d'Histoire naturelle, est nommé directeur de cet Etablissement pour une nouvelle période de cinq ans.

Congrès géologique international. — Sur la demande du Gouvernement mexicain, de l'Institut géologique du Mexique et des géologues mexicains, le Congrès géologique international, dans sa IX^e session réunie à Vienne, a décidé, dans la séance du 28 août 1903, de tenir à Mexico sa X^e session.

Pour faciliter les travaux de préparation du Congrès, il s'est formé, à Mexico, un *Comité exécutif* dont la composition est la suivante :

- Président : M. José G. Aguilera, Directeur de l'Institut géologique national;
- Secrétaire général : M. Ezequiel Ordóñez, sous-directeur de l'Institut géologique national;
- Secrétaires : MM. Emilio Böse et Carlos Burckhardt, géologues en chef de l'Institut géologique national;

Trésorier : M. Juan D. Villarello, géologue en chef de l'Institut géologique national.

L'ouverture du Congrès aura lieu à Mexico vers le 6 septembre 1906 et la séance de clôture se tiendra huit jours après.

Dans le but de faire connaître aux membres du Congrès les traits généraux des formations géologiques dominantes au Mexique, le Comité exécutif a commencé à organiser deux grandes excursions générales, qui auront lieu l'une avant et l'autre après la session.

Des renseignements détaillés sur les itinéraires, frais d'excursion, etc., seront d'ailleurs fournis prochainement par la circulaire que le Comité d'organisation doit adresser à tous les géologues.

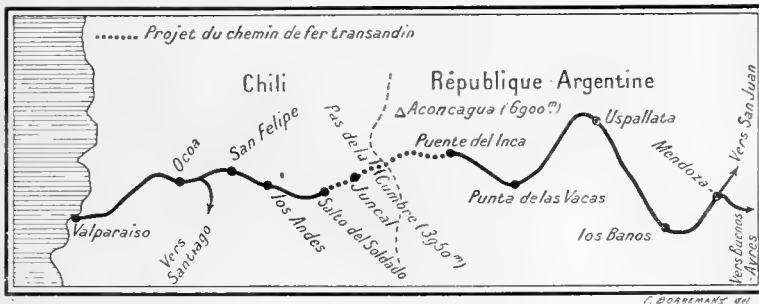


Fig. 2. — Détails de la traversée des Andes.

LA VILLE DE FEZ

Fez est, de toutes les villes du Maroc, la plus importante, tant par son industrie et son commerce que par le chiffre de sa population. Cité noble et sainte entre toutes, foyer de l'érudition musulmane en Occident, Fez est encore la principale des quatre résidences des sultans du Maghrib.

Je connaissais les trois autres : Marrakech-la-Rouge, l'antique capitale des Almoravides, la métropole d'aspect soudanien du Maroc méridional; Rabat, la blanche cité de Yâkoub El-Mansour, baignée par les eaux du Bou-Regreg et de l'Océan; enfin Méquinez, cette Versailles des premiers sultans de la dynastie actuelle des Alides, dont les ruines somptueuses témoignent de la splendeur passée.

Je venais de quitter cette dernière, et, après une chaude étape à travers la vaste plaine qui s'étend entre les deux villes impériales du Nord, je campai, le 20 septembre 1898, dans un douar des bords de l'Oued En-Nedja, à quatre lieues de Fez.

Le lendemain, je devais atteindre le but de mon voyage, la sainte cité de Mouley Idris.

I. — PREMIÈRES IMPRESSIONS.

21 septembre. — Un violent orage a éclaté pendant la nuit, et la pluie, la première de la saison, s'est abattue en torrents sur notre petit campement, perçant nos tentes, les inondant et ne nous laissant pas un fil sec sur le corps.

Au petit jour, nous nous mettons en route sous l'averse.

Rien d'abord ne nous annonce le voisinage d'une grande ville. A notre droite s'étend la plaine de Saïs, vide et nue en cette saison; à gauche, les hauteurs arides de Mouley Yâkoub et du Djebel

Tarrat. Enfin, les silhouettes de quelques minarets, et la longue ligne grise des murs de Fez surgissent à l'horizon et, après trois heures de marche, nous atteignons la capitale du Maghrib.

Nous y pénétrons par Bab Sagma et allons nous mettre à l'abri un peu plus loin, sous la voûte monumentale de Bab-es-Sbâa, la porte du lion (fig. 1), où, sans mettre pied à terre, nous attendons mon cavalier d'escorte qui nous a devancés pour informer le gouverneur de Fez-le-Nouveau de mon

arrivée et lui demander de nous assigner un logement ou un endroit pour y dresser nos tentes.

Ce n'est qu'au bout d'une heure qu'il revient nous dire que les Européens ne logent pas à Fez-le-Nouveau, mais qu'en nous adressant au *bacha* de Fez-le-Vieux, nous trouverions facilement à nous y caser.

En route donc

pour Fez-le-Vieux! L'averse continue et nous sommes trempés jusqu'aux os. Nous parcourons un quartier désert entre de hautes murailles croulantes, puis, franchissant une porte, — la cinquième depuis notre entrée en ville, — pénétrons dans la *medina*.

La rue dans laquelle nous nous engageons dévale en pente roide vers le bas de la ville, et les pluies l'ont transformée en un véritable torrent roulant de gros galets arrachés au pavé. C'est l'artère principale de Fez-le-Vieux.

Des deux côtés se dressent des murailles grises et crevassées, du haut desquelles le trop-plein des terrasses se déverse en cascades dans la rue et sur nos têtes. Nos bêtes pataugent péniblement, glissant, trébuchant, s'enfonçant à chaque pas dans des trous profonds remplis d'une boue gluante et fétide.

Après un bon moment de ce *steeple-chase* d'un



Fig. 1. — Bab-es-Sbâa (Porte du Lion).

nouveau genre, nous pénétrons dans une ruelle latérale, large de 2 mètres à peine, véritable cloaque bordé de murs noirs et suintants qu'aucun balcon, qu'aucune fenêtre n'égaie et dont la lugubre monotonie n'est interrompue, çà et là, que par les portes cintrées des maisons, bardées de fer et toujours fermées, ou par quelque soupirail noir solidement grillé. Les hautes murailles ne laissent paraître entre leurs crêtes qu'une bande très étroite de ciel gris, d'où tombe, avec la pluie, une lueur pâle et sinistre, à peine suffisante pour éclairer notre chemin.

Les rares passants qui se sont risqués dehors par ce temps, hommes encapuchonnés et femmes voilées de blanc, paraissent et disparaissent dans

trouverons bien à nous loger sans son intervention.

Nous nous remettons donc à errer au hasard à travers le sombre dédale des ruelles à la recherche d'un gîte. Les *fondaks*, ces caravansérails du Maroc, il ne faut pas y songer : ce ne sont que de grandes cours boueuses encombrées de bêtes et bordées de cellules noires et sales pleines de vermine, véritables chenils où gitent les chameliers et les muletiers. Il doit d'ailleurs y avoir de nombreuses maisons inoccupées à Fez en ce moment ; car le Sultan et le *makhzen* sont à Marrakech.

Mais personne ne veut héberger un « nazaréen », et l'hospitalité, si large dans les campagnes marocaines, semble inconnue à ces citoyens, d'autant



Fig. 2. — Vue de Fez, prise du fortin au sud de la ville.

l'ombre avec des allures inquiétantes de fantômes.

Nous parcourons d'autres ruelles, plus étroites et plus sordides encore, escarpées, tortueuses, enchevêtrées : un labyrinthe inextricable de passages, d'impasses, de couloirs voûtés et obscurs, où nous sommes obligés de nous tenir courbés sur l'encolure de nos bêtes, tandis que nos genoux et nos étrières raclent les murs crasseux.

Enfin, mon *mokhazni* s'arrête devant une porte où se tiennent quelques-uns de ses collègues. C'est l'entrée de la maison du gouverneur de Fez-le-Vieux.

Nous descendons de cheval et pénétrons dans le vestibule, où nous trouvons ce haut fonctionnaire entouré de ses scribes. Il s'empare d'un geste brusque de la lettre chérifienne que je lui présente, y jette un coup d'œil, puis me la rend en déclarant qu'elle ne s'adresse qu'aux *caïds* de province, qu'il n'a pas le temps de s'occuper de nous et que nous

plus intolérants et plus hostiles aux Européens qu'ils sont plus cultivés.

Enfin, un vieux marchand, compatissant à nos tribulations, nous donne l'adresse de Si Omar Barada et, un nègre ayant consenti à nous servir de guide, nous frappons peu après à la porte du digne agent consulaire d'Espagne. Si Omar est la providence des rares voyageurs européens qui viennent à Fez ; il a séjourné au « pays des chrétiens » et s'y est dépouillé du fanatisme qui distingue une bonne partie de ses concitoyens. Heureusement, il a ce qu'il nous faut, une maison vide de trois pièces avec cour et écurie, où nous ne tardons pas à nous installer à l'abri de la pluie et du vent.

II. — LA VILLE ET SES ENVIRONS.

1^{er} octobre. — J'ai eu mon accès de ce malaise moral auquel peu d'Européens échappent à leur

arrivée dans cette ville sombre, où l'on se sent captif comme dans une prison et entouré d'une po-

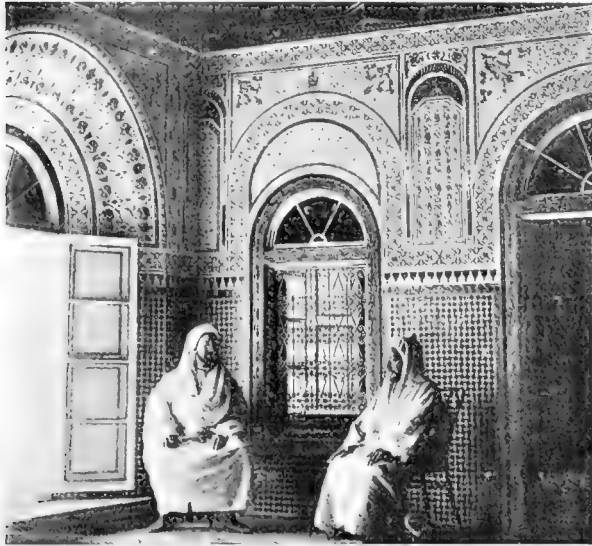


Fig. 3. — Intérieur d'un dignitaire du makhzen.

pulation indifférente, sinon hostile. Le « mal de Fez » s'était emparé de moi avec d'autant plus de force que je venais de passer des mois dans les plaines aux vastes horizons, à l'air libre sous la tente, et que le mauvais temps avait accentué l'air morne et triste de cette ville où j'étais venu sans compagnon européen et sans y connaître âme qui vive.

Mais, le soleil aidant, cette première impression n'a pas tardé à se dissiper.

Les sombres ruelles ont maintenant pour moi un charme mystérieux qui excite ma curiosité et éveille en moi un intérêt sans cesse croissant.

J'y fais journellement de nouvelles et charmantes découvertes : élégants minarets ornés de sculptures et de faïences noires, vertes et jaunes, qui en émergent dans la lumière et s'élancent vers le ciel bleu ; portes ogivales couronnées d'arabesques et festonnées de stalactites richement fouillées ; fontaines publiques encadrées de délicieuses mosaïques : vestiges innombrables, mais souvent bien délabrés. — hélas ! — de l'époque lointaine où Fez était un des grands centres des sciences et des arts.

Tout près de ma maison, il y a une merveille : la sainte mosquée de Karaouïn, fondée en 840, la fameuse Université de Fez dont l'enseignement brilla un moment d'un si vif éclat au Moyen-Age.

Je ne me lasse pas de passer et de repasser dans l'étroite ruelle qui en fait le tour et où s'ouvrent les portes du sanctuaire, dont l'accès m'est interdit, mais dont je puis voir, du dehors, la vaste cour lumineuse pavée de mosaïques, le bassin de marbre

où jaillit l'eau pour les ablutions, le grand portail somptueux et les gracieuses colonnades blanches éclairées par d'innombrables lumignons et peuplées d'étudiants accroupis autour de leurs maîtres et de croyants prosternés.

Tout près encore se trouve la mosquée de Mouley Idris, le plus vénéré des sanctuaires du Maroc, qui renferme le mausolée du fondateur de Fez. Le quartier où elle est située est un asile sacré, clos de barrières que les infidèles ne peuvent franchir.

Puis il y a la *Kessaria*, le bazar, centre toujours pittoresque et intéressant de l'activité industrielle et commerciale, dont les rues très animées sont bordées d'ateliers et de boutiques où se fabriquent et se vendent les produits de l'industrie locale : tissus de soie et de laine, broderies, tapis, armes, selles, babouches, poterie, joaillerie : un chaos de marchandises colorées et chatoyantes.

Quelques-unes de ces portes farouches que je croyais si hermétiquement fermées aux Européens se sont ouvertes pour me laisser passer et, derrière les murs sinistres, j'ai trouvé des intérieurs de palais des *Mille et une Nuits* (fig. 3), des jardins aux frondaisons luxuriantes et aux délicieux ombrages (fig. 4), où l'atmosphère est saturée du parfum des fleurs et remplie du murmure des



Fig. 4. — Jardin d'un gros commerçant.

fontaines et du chant des oiseaux, et des hôtes aimables et accueillants pour m'en faire les honneurs.

11 octobre. — Les environs aussi sont charmants et j'y fais de longues courses à cheval, levant mes itinéraires à l'aide de la boussole, de l'anéroïde, de la montre; visant, déterminant des situations, mesurant des angles, des hauteurs, des distances. Le soir, rentré chez moi, je rédige mes notes et je dresse la carte de la région parcourue. Les contours de la ville se précisent peu à peu, les reliefs du terrain se dessinent et bientôt je suis en mesure de tracer une image assez exacte de cette ville encore si peu connue et de ses environs immédiats (fig. 5 et 7).

Fez se compose de deux parties distinctes, *Fàs el-bâli* (Fez-le-Vieux) et *Fàs ej-jdid* (Fez-le-Nouveau), distantes l'une de l'autre de plus d'un demi-kilomètre, mais reliées entre elles par leur enceinte commune. L'ensemble figure grossièrement un 8, dont l'axe, long de plus de trois kilomètres, est orienté de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est. *Fàs ej-jdid* en représente la bou-

cle occidentale, *Fàs el-bâli*, la boucle orientale, tandis que l'étranglement entre les deux est formé par Bou-Jeloud, quartier de jardins clôturés de hautes murailles, qui peut être considéré comme un faubourg de *Fàs el-bâli*.

Fàs ej-jdid occupe une surface plane d'environ 80 hectares, formant l'angle Nord-Est d'une vaste plaine qui s'étend vers Méquinez, entre le Djebel Zerhoun et les montagnes des Beni Mtir.

Fàs el-bâli est bâtie sur les deux versants d'un vallon étroit, au fond duquel l'oued *Fàs*, venant de la plaine de Saïs, descend rapidement vers le Sebou.

Au Nord-Est de la ville se dresse le Djebel Zalagh; au Sud, les montagnes s'élèvent graduellement vers Sefrou.

Fez est protégée par une di-

zaine de kilomètres de hautes murailles crénelées flanquées de bastions et percées de huit portes. Deux forts couronnent les collines au Nord (fig. 6) et au Sud.

Elle possède une distribution d'eau merveilleuse. L'oued *Fàs* et ses tributaires, canalisés de la façon la plus ingénieuse, la parcourent d'un bout à l'autre, alimentant les fontaines publiques, les mosquées, les bains et même les maisons particulières et les jardins. Les eaux ayant ainsi servi sont réunies au

moyen d'un système de canaux indépendants et ramenées dans le lit de l'oued *Fàs*, qui prend le nom d'oued Bou-Khararb à sa sortie de la ville.

Fàs ej-jdid, fondée en 1276, est le siège du *dar el makhzen*, la résidence du sultan, dont les palais



Fig. 5. — Plan de Fez.



Fig. 6. — Fort au nord de la ville.

zaine de kilomètres de hautes murailles crénelées flanquées de bastions et percées de huit portes. Deux forts couronnent les collines au Nord (fig. 6) et au Sud.

Elle possède une distribution d'eau merveilleuse. L'oued *Fàs* et ses tributaires, canalisés de la façon la plus ingénieuse, la parcourent d'un bout à l'autre, alimentant les fontaines publiques, les mosquées, les bains et même les maisons particulières et les jardins. Les eaux ayant ainsi servi sont réunies au

moyen d'un système de canaux indépendants et ramenées dans le lit de l'oued *Fàs*, qui prend le nom d'oued Bou-Khararb à sa sortie de la ville.

et les jardins en occupent la majeure partie. Le *mechouar*, prétoire où se rend la justice et où se traitent les affaires d'État, fait communiquer la résidence impériale avec le monde extérieur.

C'est encore à Fâs ej-jdid que se trouve le *mellah*, la ville juive, dont la population, très à l'étroit, est évaluée à une dizaine de mille âmes. Un mur percé d'une porte unique l'entoure complètement et le sépare d'un quartier musulman habité par des soldats et des journaliers.

La Kasba Cherarda, au Nord de Fâs ej-jdid et de Bou-Jeloud, forme une sorte de faubourg détaché, habité par une fraction de la tribu militaire des Cherarda.

Fâs el-bâli, fondée en 808 par Mouley Idris ben Idris, est la partie de beaucoup la plus intéressante

les palmiers dressent leurs gracieux panaches au-dessus de la végétation semi-tropicale des orangers, des figuiers, des grenadiers, des nopals et des agaves.

Je suis allé aux sources de l'oued Fâs, à 12 kilomètres vers l'Ouest de Fâs ej-jdid, large bassin où se réunissent plusieurs cours d'eau souterrains jaillissant avec force de dessous le banc de calcaire qui les recouvre.

Puis j'ai visité Sidi Harazem, au Sud-Est et à 3 lieues de Fez, où des sources chaudes ont créé une délicieuse oasis dont la végétation exubérante de palmiers, de figuiers, de roseaux énormes enguirlandés de plantes grimpantes forme un contraste saisissant avec la nudité des roches escarpées qui l'encadrent.

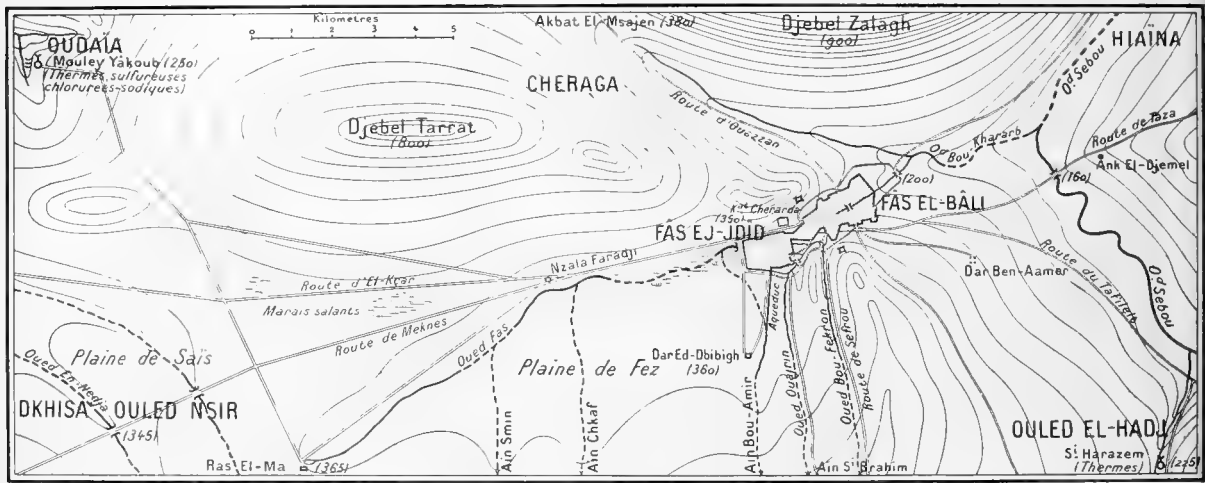


Fig. 7. — Carte des environs de Fez.

de Fez. C'est la *medina*, la ville à population urbaine, composée surtout de Maures, dont un grand nombre sont les descendants des anciens maîtres de Cordoue et de Grenade. Elle se divise en trois parties, El-Lemtiin, El-Adoua et El-Andalous, dont chacune se subdivise en six quartiers séparés par des portes qui se ferment après la prière du soir. Les quartiers d'El-Lemtiin se composent de 600 à 700 maisons chacun. Ceux d'El-Andalous et d'El-Adoua n'en ont que de 250 à 300. On peut donc évaluer à environ 7.000 le nombre des maisons de Fâs el-bâli.

21 octobre. — Captivé par le charme si particulier de Fez, j'en suis arrêté beaucoup plus longtemps que je n'en avais d'abord l'intention, et voici un mois déjà que j'habite la capitale de Maghrib. Je l'ai parcourue dans tous les sens, et mes courses aux environs se sont étendues bien au delà des collines couvertes de plantations d'oliviers et semées de tombes et de marabouts qui l'encadrent et des superbes jardins des bords de la rivière, où

Au retour, nous avons suivi le Sebou jusqu'à son fameux pont, un peu en amont de l'embouchure du Bou-Khararb : belle construction de huit arches où passe la route de Taza.

Les Hiaïna, qui habitent la rive droite du fleuve, se sont insurgés contre l'autorité chérifienne et viennent narguer les troupes du *makhzen* jusque sous les murs de Fez, pillant les caravanes et assassinant les voyageurs. Aussi les habitants de la capitale n'en sortent-ils qu'en nombre et armés jusqu'aux dents.

Enfin, j'ai poussé jusqu'aux fameux thermes de Mouley Yâkoub. J'avais souvent entendu parler de ces sources miraculeuses, rendez-vous de tous les lépreux, scrofuleux, perclus, de tous les avariés de l'empire chérifien, et j'avais été à même, en plus d'une occasion, de me convaincre de leurs vertus curatives. Naturellement, l'accès en est interdit aux infidèles et j'ai dû me travestir soigneusement pour pouvoir m'y rendre.

Elles sont situées à trois heures de cheval de

Fez, à l'ouest-nord-ouest, dans une région accidentée et déserte dont les plis sont saupoudrés de couches blanches de sel. Un misérable hameau, accroché au versant d'un ravin, entoure les deux sources principales dont l'eau, sulfureuse et très salée, a une température de 53°. Elle est canalisée de façon à tomber, une cinquantaine de mètres plus loin, dans un bassin d'environ 5 mètres sur 8. C'est la piscine des hommes. Le trop-plein en tombe dans un second bassin, plus petit, où se baignent les femmes.

Tout autour, c'est une scène indescriptible. Des centaines de malheureux étalent leurs corps nus couverts d'ulcères, leurs membres paralysés et tordus, leurs figures rongées, en attendant leur tour de se plonger dans l'onde miraculeuse. A l'odeur d'œufs pourris des eaux se mêlent les émanations nauséuses de cette cohue dantesque, d'où s'élève une tempête de lamentations, de grands cris invoquant Allah et Mouley Yâkoub.

Quand je m'approche, beaucoup de ces malheureux, me prenant pour un *chérif*, se précipitent aux pieds de mon cheval, saisissent mes étriers et baisent les pans de mon burnous, croyant ainsi participer à ma *baraka*, l'état de grâce qu'ils me supposent. Et je leur accorde ma bénédiction sans lésiner, me félicitant de ne pas être reconnu comme *nsrani* par cette foule fanatisée et de pouvoir achever mon exploration de ce Lourdes marocain.

III. — DERNIÈRES IMPRESSIONS.

25 octobre. — Je suis à la veille de mon départ, car la saison des pluies approche et je me propose de visiter encore Ouezzan, El-Ksar, Larache, Tétouan et Tanger.

Mais, avant de quitter la reine du Maghrib, je veux la contempler encore une fois et m'emplir les yeux de sa beauté. Et, bravant les convenances locales qui s'y opposent, je monte à la terrasse de la maison amie où je passe cette dernière soirée.

Fez est tout autour de moi : un amoncellement chaotique de cubes gris, de coupoles blanches, de pyramides de tuiles vertes et de sveltes minarets que dorent les derniers rayons du soleil. Les belles

fasiattes se promènent sur leurs terrasses, les égayant des teintes multicolores de leurs cafetans. Les jardins font à la ville une ceinture de sombre verdure, derrière laquelle le Djebel Zalagh aux flancs abrupts se détache en rose du fond d'azur du ciel.

Lentement, le soleil disparaît derrière le Djebel Tarrat et, du haut des minarets, les *moudden* annoncent l'heure du *moghreb*. La ville s'enveloppe d'un voile gris, les cafetans multicolores s'éclipsent et les étoiles s'allument dans les profondeurs infinies du firmament.

Longtemps avant le jour, je suis réveillé par une voix forte et belle psalmodiant un chant religieux dans une mosquée voisine : chant étrange, dont les phrases lentes et séparées par de longs intervalles sont si souvent répétées qu'elles se gravent dans ma mémoire d'une façon indélébile :



Longtemps le chant continue, puis, brusquement, se termine par un grand cri proclamant la grandeur d'Allah :

— *Allah akbar!*

D'autres cris pareils lui répondent de tous côtés et se confondent en une immense clameur saluant l'aube nouvelle... Et une tristesse subite, toute différente de celle des premiers jours, me serre le cœur à la pensée que tout à l'heure je vais quitter Fez... peut-être pour toujours...

D^r F. Weisgerber.

LE ROLE DES COLLOÏDES EN BIOLOGIE

DÉCOUVERTE DE KINASES ARTIFICIELLES

L'étude des colloïdes vient d'entrer dans une nouvelle phase qui va, certainement, être très féconde en applications pour les problèmes les plus généraux de la Biologie.

Dès le début des études sur les colloïdes, tous les auteurs ont insisté sur leur importance pour la Biologie; de tous les côtés, on disait que la connaissance des propriétés générales des solutions colloïdales est indispensable pour l'intelligence des processus de défense, de nutrition et de développement des organismes vivants. Aussi a-t-on fait une étude très minutieuse des colloïdes; en particulier, on a étudié l'influence exercée par différents colloïdes sur les liquides de l'organisme, sur les globules rouges et sur les microbes. C'est ainsi que nous possédons maintenant tout un ensemble de recherches qui nous font entrevoir que les phénomènes d'agglutination et d'hémolyse, que l'action des toxines, des antitoxines et des venins doivent se ramener à des actions des colloïdes organiques. Mais tout cet ensemble de recherches restait théorique; on se demandait toujours si, dans l'organisme, le mécanisme est vraiment celui qui résulte de l'étude des colloïdes; on demandait toujours l'expérience décisive qui permettrait, avec des colloïdes artificiels, de reproduire l'une de ces actions qui n'avaient pu être produites jusqu'ici que par les corps élaborés par les organismes vivants. On disait toujours: montrez-nous une action diastasique ou toxique produite par un corps artificiel; ainsi, montrez-nous, par exemple, que, par un corps non retiré d'un organisme vivant, vous pourrez réactiver un sérum chauffé à 56°, ou encore rendez donc actif un suc pancréatique pur, sans y ajouter une kinase élaborée par un organisme vivant!

Cette question se posait à chaque instant, et l'on était obligé de donner une réponse vague, fondée surtout sur des analogies avec l'action des colloïdes.

Aujourd'hui, cette question est résolue: une expérience décisive vient d'être faite au Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne par M. Larguier des Bancelles, qui a réussi à rendre actif le suc pancréatique pur par l'addition de colloïdes et d'électrolytes convenablement choisis. Il est important de noter que, pour trouver ce résultat, M. Larguier des Bancelles n'a eu qu'à appliquer directement au suc pancréatique et à l'albumine les résultats de ses recherches sur l'influence produite par les électrolytes sur l'action réciproque de différents colloïdes.

L'importance de cette découverte nous oblige d'insister un peu sur quelques détails.

I. — ACTION RÉCIPROQUE DES COLLOÏDES.

Lorsqu'on mélange les solutions de deux colloïdes différents, on trouve que les propriétés de chacun de ces colloïdes sont modifiées: les deux colloïdes exercent une certaine action l'un sur l'autre. Cette action est plus ou moins forte, suivant les cas; elle consiste toujours dans la formation de ce que nous appelons des « complexes ». Tout se passe comme si la nouvelle solution contenait un seul colloïde complexe.

Les propriétés de ce complexe peuvent être très différentes de celles de l'un ou des deux colloïdes mélangés. Donnons deux exemples:

a) Si on mélange un colloïde instable (tel que l'argent colloïdal) avec un colloïde stable de même signe électrique (tel que l'amidon), on trouve que le complexe ne précipite pas par les électrolytes en solution diluée, tandis que l'argent colloïdal seul est très sensible aux moindres traces d'un électrolyte; tout se passe comme si le colloïde stable avait englobé le colloïde instable, de sorte que les propriétés du nouveau complexe formé se rapprochent de celles du colloïde stable.

b) Lorsqu'on mélange deux colloïdes de signes électriques opposés (par exemple Ag colloïdal, négatif, avec l'hydrate de fer, positif), si les solutions sont suffisamment concentrées, il se forme un précipité pour certaines proportions des deux colloïdes; ce précipité complexe contient les deux colloïdes. Ce précipité est soluble dans un excès soit du colloïde positif, soit du colloïde négatif. Si le colloïde positif est en excès, on a un complexe positif; si c'est le colloïde négatif qui est en excès, on aura un complexe négatif.

Lorsque les deux solutions sont diluées, il n'y a pas de précipitation mutuelle des deux colloïdes de signe opposé, mais on trouve que les propriétés de chacun des colloïdes se trouvent modifiées, de sorte que, dans ce cas également, on doit admettre la formation d'un complexe.

II. — INFLUENCE DES ÉLECTROLYTES SUR L'ACTION RÉCIPROQUE DES COLLOÏDES.

On sait que les colloïdes sont précipités par l'addition d'un électrolyte; cette précipitabilité

varie d'un colloïde à un autre : c'est ainsi que l'on est amené à distinguer des *colloïdes instables*, qui précipitent par des doses très faibles d'électrolyte, et des *colloïdes stables*, qui ne précipitent que si la quantité d'électrolyte est forte. De plus, les différents électrolytes ont des pouvoirs précipitants différents; en étudiant les conditions de précipitation des colloïdes par les électrolytes, on trouve que le pouvoir précipitant dépend soit de la basicité du radical acide, soit de la valence du métal de l'électrolyte. Ainsi, pour les colloïdes positifs, c'est le radical acide qui commande la précipitation, tandis que, pour les colloïdes négatifs, c'est le métal qui détermine la précipitation.

Nous voyons donc ainsi qu'un colloïde négatif pourra être précipité soit par un colloïde positif, soit par un sel de métal bi ou trivalent; de même, un colloïde positif pourra être précipité par un colloïde négatif et par un sel d'acide bi ou tribasique.

On se demande donc naturellement comment se produira la précipitation si l'on ajoute à un colloïde négatif un mélange d'électrolyte et de colloïde positif : y aura-t-il partage, ou bien l'un seulement des deux éléments prédominera-t-il?

Cette question n'est pas une simple curiosité théorique, elle a une importance pratique; en effet, la plupart des matières colorantes sont des colloïdes, les tissus sur lesquels on cherche à les fixer sont également des colloïdes; par conséquent, le processus de teinture n'est qu'un cas particulier de la formation de complexes colloïdaux.

On sait depuis longtemps que certains corps, désignés sous le nom de *mordants*, permettent de fixer une teinture sur un tissu; on sait, de plus, que le mordantage peut être effectué soit en imbibant d'abord le tissu avec un mordant et en le plongeant ensuite dans la solution de teinture, soit en plongeant le tissu dans un mélange contenant la couleur et le mordant. Les mordants employés sont, en général, des sels de métaux bi ou trivalents et d'acides bibasiques.

On voit donc qu'il existe un rapport direct entre les procédés de teinture et la solution de la question générale qui nous occupe, à savoir : comment les électrolytes peuvent-ils modifier l'action réciproque des colloïdes?

L'étude de cette question a été entreprise par M. Larguier des Bancelles et moi, et elle a déjà donné des résultats d'ordre général suivants¹.

Deux cas différents doivent être distingués :

a) Les deux colloïdes sont de signes électriques opposés;

b) Les deux colloïdes sont de même signe, mais l'un est stable, tandis que l'autre est instable.

Examinons chacun de ces deux cas séparément :

a) Prenons deux colloïdes de signes opposés et mélangeons-les en proportions telles qu'il se produise une précipitation mutuelle des deux colloïdes; ajoutons ensuite un sel de métal bivalent et d'acide monobasique (par exemple de l'azotate de magnésium, précipitant pour le colloïde *négatif*) : nous verrons alors qu'une partie du colloïde *positif* sera mise en liberté; ajoutons, au contraire, un sel de métal monovalent et d'acide bibasique (par exemple du sulfate de sodium, précipitant pour le colloïde *positif*) : c'est le colloïde *négatif* qui sera mis en liberté. Voilà donc un moyen général qui nous permet d'arracher à un complexe de deux colloïdes de signes opposés l'un ou l'autre de ces deux colloïdes. C'est là une solution générale de la question des décolorants.

b) Soient deux colloïdes de stabilité très différente, par exemple une feuille de gélatine plongée dans une solution de bleu d'aniline; la gélatine et le bleu d'aniline sont tous les deux des colloïdes négatifs : le premier est stable, tandis que le deuxième précipite facilement par des sels de métaux bivalents. La feuille de gélatine absorbe après quelques jours une petite quantité de bleu, mais cette absorption est faible. Ajoutons, au contraire, à la même solution de bleu un sel de métal bivalent, par exemple de l'azotate de baryum ou de zinc : nous verrons que le liquide deviendra absolument incolore, la gélatine sera très fortement teintée en bleu, et, au fond du tube, il y aura un léger précipité de bleu. Par conséquent, par l'addition d'un électrolyte convenable, nous avons fixé la couleur sur la gélatine.

L'explication est très simple : l'azotate de zinc se partage entre la gélatine et la solution; le bleu d'aniline, colloïde négatif, se trouve déchargé par les ions positifs bivalents du zinc; une partie précipite, mais une autre partie peut se lier plus facilement à la gélatine qu'elle ne pouvait le faire lorsque les granules étaient chargés négativement. Dans la gélatine, le bleu se trouve bien en présence des ions de zinc, mais ils n'ont plus d'action précipitante, puisque la gélatine, comme tout colloïde stable, préserve le bleu contre la précipitation. En somme, le mécanisme résulte directement de tout ce que nous connaissons des colloïdes.

III. — KINASES ARTIFICIELLES.

On sait que le suc pancréatique pur ne digère pas l'albumine d'œuf; il faut, comme on dit, le rendre actif. Pour cela, on lui ajoute un produit appelé *kinase*, qui se trouve dans la muqueuse

¹ C. R. Acad. des Sciences, juin 1905. Voir également sur les propriétés des colloïdes l'article de MM. V. HENRI et A. MAYER dans la *Revue* des 15 nov., 15 et 30 déc. 1904.

intestinale, dans les globules blancs, dans la levure de bière, dans les venins de serpents et dans beaucoup de bactéries. Ce produit peut être retiré par macération dans l'eau chloroformée et précipitation par l'alcool; il se détruit, ou, plus exactement, s'affaiblit fortement, lorsqu'on le chauffe au delà de 80°. Tous ces caractères ont amené différents auteurs à considérer la kinase comme un ferment soluble.

Plusieurs physiologistes, qui ont étudié longuement l'action de la kinase, considèrent que le suc pancréatique pur ne contient pas le ferment protéolytique actif, mais seulement un stade inférieur, un proferment, une protrypsine; pour ces auteurs, la kinase serait le complément nécessaire, de sorte qu'ils écrivent : protrypsine + kinase = trypsine.

Relativement à la nature de la kinase, on ne sait encore rien; mais, dans tous les cas, tous les auteurs qui se sont occupés de la question s'accordent à dire que ce n'est que par un extrait organique que l'on peut arriver à rendre actif un suc pancréatique pur.

En appliquant directement au suc pancréatique les résultats de ses expériences sur les colloïdes, M. Larguier des Bancels vient de montrer que, par toute une série de moyens différents, on peut rendre actif un suc pancréatique pur. Ainsi, prenons des cubes d'albumine et immergeons-les pendant plusieurs heures dans une solution d'un colloïde positif, tel que le bleu de toluidine, le violet de méthyle, le rouge de magdala, le bleu de méthyle, etc. Retirons ensuite ce cube: il a absorbé une petite quantité du colloïde positif; lavons-le et

plongeons-le dans du suc pancréatique pur. Ajoutons à ce suc une faible quantité d'un électrolyte convenable: un sel de métal bivalent et d'acide monovalent (par exemple azotate de baryum, de calcium, de magnésium, etc.), et nous verrons qu'au bout de douze heures le cube d'albumine sera digéré aux trois quarts. Le suc pancréatique pur est donc ainsi rendu actif.

Les expériences de contrôle montrent que ni le colloïde positif seul, ni l'électrolyte seul ne suffisent pour cela; il faut leur action simultanée.

Nous pouvons donc dire que le colloïde positif fixé sur l'albumine joue le rôle de kinase et l'électrolyte le rôle de mordant. (Rappelons que la trypsine est un colloïde négatif.)

Un point important doit encore être mentionné: c'est la quantité de colloïde positif qui se fixe sur l'albumine. On trouve que cette quantité est extrêmement faible: ainsi, pour le bleu de toluidine, un cube d'albumine de un quart de gramme a fixé un centième de milligramme de bleu de toluidine; cette quantité suffit pour permettre au cube de se digérer dans le suc pancréatique pur additionné d'électrolyse.

Tels sont les faits que nous rapportons sans en donner maintenant d'explication. Il s'en présente, du reste, plusieurs. Il est évident que le même mode d'expérimentation doit être appliqué à l'étude des toxines, des antitoxines et des hémolysines.

Victor Henri,

Docteur ès sciences,
Préparateur au Laboratoire de Physiologie
de la Sorbonne.

LES RÉSULTATS ACQUIS DE LA SÉROTHÉRAPIE

« Sous le nom de *sérothérapie* », nous dit Landouzy¹ dans son magistral ouvrage, « on entend la méthode qui emprunte ses agents et ses moyens thérapeutiques aux sérums. »

Ces derniers se distinguent entre eux par l'emploi qu'on en fait, par les résultats qu'on en attend, par les sources auxquelles la matière médicale les puise, et aussi par la manière dont cette dernière les obtient et les prépare.

Tantôt on prend le sérum par saignée², directement dans le sang physiologique de l'homme ou de l'animal.

Tantôt on fabrique de toutes pièces un sérum en calquant sa composition sur celle du sérum

sanguin normal: on le dénomme sérum artificiel, par opposition au sérum sanguin normal, naturel.

Tantôt enfin — c'est le procédé employé ordinairement — on emprunte le sérum soit à l'homme malade ou convalescent, soit à un animal spontanément ou expérimentalement malade, sachant que, dans les deux cas, le sérum sanguin se trouve doué de qualités nouvelles, que la Médecine expérimentale a montré pouvoir être transportées de l'organisme sérumifère à un autre organisme. Cet autre organisme subit, au contact du sérum, des modifications telles qu'il va jouir de propriétés semblables à celles dont la maladie spontanée ou provoquée avait doté le terrain sérumifère. En d'autres termes, le terrain neuf recevant ce sérum est mis, du fait de l'imprégnation et par cette imprégnation même, en état d'immunisation, d'atténuation, de prévention, de défense ou de guérison

¹ LANDOUZY: Les Sérothérapies. Paris, 1898.

² Modifications chimiques des sérums sanguins. Voir BAUGARTEN: *Berlin. Klin. Wochenschrift*, 1902, Nr. 34. L. MOLL: *Boitrag z. chem. Phys. u. Path.*, t. IV.

contre la maladie spontanée, ou expérimentalement provoquée, dont était atteint l'organisme qui fournit le sérum sanguin.

Parmi ces trois variétés de sérums, la dernière, le sérum immunisateur, est celle qui, à l'heure présente, tient légitimement la plus grande place dans les préoccupations de la Thérapeutique théorique et appliquée. C'est justement parce que le sérum immunisateur¹ attire à soi toute l'attention médicale et représente la plus forte part des applications sérothérapiques, qu'il a été l'objet de plus de travaux et de découvertes que ne l'avaient jamais été le sérum normal et le sérum artificiel.

I. — SÉRUM ANTITÉTANIQUE.

Des nombreux sérums que nous possédons à l'heure présente, le sérum de Vaillard et Roux contre le tétanos est, sans contredit, l'un des plus efficaces.

Le tétanos est considéré aujourd'hui comme une infection générale associée à une infection locale. La preuve de sa transmissibilité, de sa nature infectieuse, de sa nature vivante, comme disait Pasteur, fut donnée pour la première fois, en 1884, par Carle et Raltone; Rosenbach, Hochsinger, Bonome étudièrent les caractères morphologiques de son microbe, sans pouvoir toutefois obtenir de cultures pures.

C'est à Kitasato que revient l'honneur d'être parvenu à isoler le bacille dit de Nicolaïer. Depuis, ce microbe a été l'objet de nombreuses études, parmi lesquelles² celles de Verhoogen et Baert³, de Sanchez Toledo et Veillon⁴, et surtout celles de Vaillard et Vincent⁵, sont les plus importantes.

Après avoir isolé l'élément pathogène, après avoir extrait sa toxine, on est arrivé expérimentalement, avec le bacille ou avec la toxine, à reproduire toute la symptomatologie du tétanos.

C'est dans la plaie, et là seulement, que se trouve l'agent pathogène; le tétanos est, comme la diphtérie, bien plus une intoxication qu'une maladie infectieuse, à proprement parler.

Les cas de survies dans le tétanos, selon Behring (voy. Rose et Richter), seraient de 10 à 20 %; il paraît pourtant être resté très au-dessous de la vérité, car Albertoni donne le chiffre de 24 %.

Sormanni celui de 36 %; Roux et Vaillard ont adopté le chiffre de 30 %. A Paris, la mortalité annuelle par le tétanos est de 10 à 12 cas.

Le bacille du tétanos se caractérise non seulement par la grande vitalité¹, par la résistance de ses spores, mais aussi par l'extrême virulence de sa toxine² (dont la composition chimique est encore inconnue); cette dernière laisse loin derrière elle, non seulement les alcaloïdes les plus énergiques, mais encore les venins les plus redoutables que nous connaissions.

Pour tuer une souris, il faut 1/1.000^e de centimètre cube de culture et 1/100.000^e de centimètre cube de toxine; pour tuer un cobaye en cinquante heures, au maximum 1/500^e de centimètre cube de culture suffit; Nocard a démontré qu'avec deux gouttes de toxine (=1/10^e de centimètre cube), on tue infailliblement un cheval robuste en pleine santé.

Brieger, Kitasato et Wassermann³, Vaillard⁴, Tizzoni et Catani⁵, Roux⁶ et beaucoup d'autres ont étudié de nombreux et intéressants procédés d'immunisation.

Le sérum antitétanique se conserve environ une année et se prépare — comme presque tous les sérums — de la façon suivante :

Des cultures de bacilles tétaniques dans du bouillon de bœuf peptonisé, additionné de 0,5 % de gélatine, sont placées à l'étuve à 37° C. pendant deux à trois semaines. Ces cultures, filtrées sur la bougie de porcelaine, donnent des toxines très actives, comme nous l'avons déjà dit.

Le cheval ayant un sérum sanguin normal à peu près inoffensif pour l'homme et pouvant fournir, sans inconvénients, des quantités de sang assez considérables, on le choisit généralement pour obtenir l'immunisation et le sérum thérapeutique. On commence par lui injecter un demi-centimètre cube d'un mélange à parties égales de toxine et de solution de Gram ou de Lugol; on continue en augmentant lentement et progressivement la dose; au 17^e jour, on injecte 10 centimètres cubes d'un mélange de 2/3 de toxine pour 1/3 seulement de

¹ BRIEGER : Untersuchungen über Ptomaine. Berlin, 1886.

KUND FABER : Pathogenese des Tetanus. *Berl. Klin. Wochenschrift*, 1890. — D^r RIVET : *Gazette médicale de Nantes*, 1903.

² TIZZONI et CATTANI : Sul venerio di tetano. *Riforma medica*, 1890.

KITASATO : Experimentelle Untersuchungen ü. das Tetanusgift. *Z. f. Hygiene*, t. X.

³ BRIEGER, KITASATO und WASSERMANN : Ueber Immunität. *Z. f. Hygiene*, t. XII.

⁴ VAILLARD : Immunité contre le tétanos. *Ann. de l'Institut Pasteur*, 1892.

⁵ TIZZONI und CATANI : Thier-Immunität gegen Tetanus. *Centralbl. f. Bacteriologie*, t. LIX.

⁶ ROUX : Sur les sérums antitoxiques. *Ann. de l'Institut Pasteur*, 1894.

¹ FUNCK : Manuel de Sérothérapie.

² Société médicale de Paris, p. 83. — Société médicale des Hôpitaux de Paris, 1902, 1903, p. 421; 1021; 1033; 1075; 1305. — MEYER et RANSOM : Rech. s. le tétanos. *Rev. gén. des Sciences*, 1903, p. 1014. — D^r V.-S. HODSON : *Rev. gén. des Sciences*, 1905, p. 6.

³ VERHOOGEN et BAERT : Prem. recherches s. le tétanos. Bruxelles, 1888.

⁴ SANCHEZ-TOLEDO : Rech. s. le tétanos. *Arch. de Méd. expérimentale*, 1890.

⁵ VAILLARD et VINCENT : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1894.

solution iodée; on diminue la proportion de cette solution iodée jusqu'au 35^e jour, où l'on injecte 10 centimètres cubes de toxine pure; on injecte ensuite cette dose tous les deux ou trois jours, suivant l'intensité de la réaction de l'animal, jusqu'au 72^e jour, où l'on injecte enfin d'un seul coup 150 centimètres cubes de toxine pure. Au bout de quelques jours, l'immunité est à son maximum et le sérum peut être employé thérapeutiquement:

Le sang du cheval ainsi immunisé est puisé dans la veine jugulaire, avec toutes les précautions nécessaires, et recueilli dans un bocal où on le laisse au repos pendant un jour ou deux; puis on transvase le sérum qui s'est séparé dans une allonge, qui le distribue enfin dans des flacons de 10 centimètres cubes destinés à la vente. Tous ces flacons, scellés ou bouchés, sont placés pendant quelques jours dans une étuve à 37° C. et ceux qui se troublent sont rejetés.

En Allemagne, on ajoute à ce sérum 0,5 % de formol ou d'acide phénique; à l'Institut Pasteur, on se contente de la tyndallisation à 56° C.

Le sérum antitétanique est dû à Behring et Kitasato (1890).

Il est très actif au point de vue préventif; son action curative, par contre, est peu sûre. D'après ce que nous apprennent les expériences de Metchnikoff, Marie, Roux et Borrel, cela semble provenir de ce fait « que la toxine tétanique se fixe très énergiquement sur le système nerveux et que l'antitoxine est impuissante à neutraliser la toxine ainsi fixée ».

Roux et Borrel ont aussi préconisé des injections intra-cérébrales de sérum, mais leur méthode semble trop inconstante chez l'homme pour pouvoir être généralisée.

Le traitement par le sérum antitétanique n'étant qu'un moyen préventif, il faut, en présence d'une plaie susceptible de devenir tétanigène, employer le plus tôt possible ce sérum, en injectant¹ 10 centimètres cubes; si la plaie est étendue, on doit procéder à une seconde injection de même valeur huit jours après la première. Dans le tétanos à marche rapide, 50-100 centimètres cubes de sérum, en une ou deux injections, sont nécessaires. Ces injections ne dispensent pas du traitement vigoureux de la plaie par les méthodes ordinaires.

L'immunité conférée par le sérum est de quinze jours à un mois au plus.

De légers accidents post-sérothérapeutiques, sans gravité et passagers, se présentent de temps en

temps; on les attribue au sérum du cheval.

M. Calmette a introduit l'usage du sérum sec en poudre, obtenu par la dessiccation du sérum liquide dans le vide. Son emploi ne nécessite aucune instrumentation, et il peut être mis entre les mains les plus inexpérimentées; on comprendra facilement les grands avantages qu'il présente, se conservant pour ainsi dire indéfiniment (pansement des plaies ombilicales chez les nouveau-nés).

Il en est du tétanos comme de la rage: la thérapeutique nouvelle empêche la maladie, mais ne la guérit pas. L'inefficacité du traitement curatif du tétanos a été étudiée et confirmée par de nombreux savants¹. D'après ce que nous venons de voir, le résultat n'en est pas moins tout à l'honneur de cette thérapeutique nouvelle.

Grâce aux travaux de Nocard, on est également parvenu à empêcher l'infection tétanique chez les animaux par la simple absorption du sérum.

La courte durée de l'immunité nous explique pourquoi les expérimentateurs ont renoncé à vacciner les animaux contre le tétanos, comme on vaccine les troupeaux de moutons contre le charbon.

Les médecins et les vétérinaires ont donc entre les mains les moyens de diminuer les foyers d'infection tétanique; en empêchant la dissémination, ils contribueront à faire disparaître finalement le tétanos des annales de la Pathologie.

II. — SÉRUM ANTIVENIMEUX.

La question des venins, envisagée au point de vue thérapeutique, a été l'objet de nombreux travaux, parmi lesquels ceux de Calmette², Phisalix et Bertrand en France, de Fraser en Angleterre, sont les plus importants.

Les réactions chimiques de la substance préparée par Calmette, et qui paraît être le principe actif du venin de serpent, semblent indiquer que les venins présentent des affinités étroites avec les diastases et les toxines, soit microbiennes, soit végétales, c'est-à-dire avec les enzymes.

En dépit de toutes les études chimiques³ faites sur le venin des serpents, nous ne savons, en somme, rien de positif sur sa constitution; son principe actif nous est inconnu; on suppose qu'il est de nature albuminoïde, que c'est une nucléine.

Non seulement la toxicité des venins des serpents varie suivant une foule de conditions, mais encore existe-t-il des hommes et des animaux absolument

¹ NOCARD : Sur la sérothérapie du tétanos. Académie de Médecine, 1893.

A. DESCOST et H. BARTHÉLEMY : Soc. de Biologie, 26 juillet 1902.

² KITASATO und BAJINSKI : *Deut. med. Wochenschrift*, 1891. TIZZONI et CATTANI, FINOTTI, GAGLIARDI, etc., etc. En Italie, on préconise aussi beaucoup les injections d'acide phénique sous la peau contre le tétanos.

³ CALMETTE : Le venin des serpents.

⁴ S. ARRHÉNUS : La physico-chimie des toxines et anti-toxines. *Rev. gén. des Sciences*, 1904.

réfractaires à la morsure des serpents; les serpents eux-mêmes ne réagissent pas à la morsure de leurs congénères¹, puisqu'il est impossible d'envenimer expérimentalement un serpent.

Cette immunité paraît tenir à la présence, dans le sang, non seulement des serpents venimeux, mais encore des serpents non venimeux, et même des anguilles, d'une substance toxique, que certains auteurs considèrent comme le venin lui-même en dilution dans la masse sanguine, mais qui serait, d'après Calmette, un principe diastasique spécial, différent du venin, à la constitution définitive duquel il prend peut-être part².

La gravité et la rapidité de l'envenimation varient chez le même individu suivant le siège de la morsure, exactement comme pour le tétanos et surtout pour la rage; en matière d'envenimation, il faut donc tenir compte et du siège de la morsure, et de la voie d'introduction du venin. Parmi les différentes voies par lesquelles le venin peut être introduit dans l'organisme des animaux, la plus dangereuse est l'intraveineuse; une morsure chez l'homme, faite dans l'hypoderme, sera donc plus redoutable, vu que le tissu cellulaire sous-cutané est très vasculaire.

Quelques auteurs³, Lacerda et Fayrer entre autres, ont déclaré que le sang d'un animal tué par le venin est lui-même venimeux, et que, si on l'injecte à un animal neuf, il détermine rapidement les mêmes effets que le venin lui-même. Calmette et Viaud Grand-Marais ne sont pas de cet avis, car, d'après eux, l'inoculation du sang d'un animal mort d'envenimation vipérienne donne toujours des résultats négatifs.

Une des propriétés les plus remarquables du venin de serpents, c'est son extrême diffusibilité⁴. Cette rapide diffusion explique l'inefficacité presque absolue des traitements locaux les plus énergiques, tels que les incisions, les cautérisations au fer rouge, les injections de certains liquides, la ligature du membre mordu; pour s'opposer à l'envenimation, il faut recourir à d'autres moyens plus efficaces.

On savait pourtant qu'en suçant la plaie, qu'en plaçant une ligature au-dessus d'elle, qu'en y appliquant certaines substances presque toutes de réaction alcaline, on avait des chances d'empêcher la pénétration du venin et de rendre la morsure inoffensive, et cela dans 25 % des cas environ.

Bien plus, les relations des voyageurs prouvaient que l'idée de l'immunisation n'est pas une notion nouvelle et que les habitants de certains pays ont su faire, de tous temps et couramment, de la thérapeutique préventive contre les morsures de serpents.

Pour pratiquer l'immunisation, on peut recourir à plusieurs procédés: tantôt se servir de toxines atténuées; tantôt introduire dans l'organisme, par une voie déterminée, des doses d'abord infinitésimales, mais progressivement croissantes de venin pur, non modifié, autrement dit mithridatiser l'individu, de manière à lui permettre de supporter des doses considérables de poison.

Pour atténuer la toxine du venin reptilien, nous avons des moyens physiques et chimiques très divers.

On eut aussi l'idée d'emprunter le sérum sanguin de divers animaux réfractaires à l'envenimation et de le transporter dans le corps d'autres animaux non réfractaires, de manière à modifier l'humorisme de ceux-ci et à leur transmettre l'immunité de ceux-là. Les résultats fournis par ces tentatives ont tous été négatifs.

Le sérum antivenimeux a été simultanément découvert par Phisalix et Bertrand (2 février 1894) et Calmette (27 mars 1894).

Pour le préparer, il y a trois procédés principaux, qui tous utilisent de préférence le cheval.

Le premier, dû à Phisalix et Bertrand, consiste à injecter du venin modifié par le chauffage; il est très rapide, puisqu'il ne demande que quarante-huit heures, mais insuffisant.

Le second est l'accoutumance à des doses faibles et répétées de venin.

Enfin le troisième, le plus pratique jusqu'ici, consiste à inoculer un mélange de venin et d'hypochlorite de soude ou de chaux, conformément à la méthode employée par Roux et Vaillard, qui mélangent également les toxines tétaniques et diphtériques avec la solution de Lugol. Calmette emploie le venin desséché, à la dose de 1 gramme dissous dans 100 centimètres cubes d'eau distillée, chauffé pendant une demi-heure à 78° C. pour le débarrasser des phlogogènes, et mélangé à des quantités décroissantes d'hypochlorite de chaux à 1/60. On fait à l'animal une injection tous les quatre ou cinq jours; au bout de deux mois, il supporte des doses de venin capables de tuer 100 kilogs de lapin et ne donne plus de réaction;

¹ M. A. LUSTIG (*La Clinica moderna*, 17, II, 1904) se rattache à l'idée de Weissmann, qui n'admet pas la transmission de l'immunité acquise contre les poisons; O. Hertwig, au contraire, affirme la possibilité de cette transmission. M. C. PHISALIX (Soc. de Biologie, séance du 3 déc. 1904) prétend avoir reconnu que les venins de vipère et de cobra diffèrent l'un et l'autre par tous leurs caractères physiologiques, et que leurs principes actifs appartiennent à des espèces chimiques différentes.

² GRIMBERT: Les sérums thérapeutiques. Paris, 1899.

³ M. VITAL BRAZIL: Sur deux nouveaux sérums antivenimeux. *Rev. gén. des Sciences*, 1904.

⁴ M. VON BASSEVITZ: *Münch. med. Wochenschrift*, 10 mai 1904.

⁵ G. LAMB: Sur la sérothérapie dans les morsures de serpent. *The Lancet*, Londres, 1904, 5 nov.

au bout de six mois, le sérum est suffisamment actif pour qu'on puisse l'employer en thérapeutique.

L'immunité conférée par des inoculations répétées de doses non mortelles de venin est longue; elle peut atteindre huit mois; par le sérum¹, elle est, au contraire, fugace et ne dépasse pas deux à quatre jours; même avec des injections répétées quotidiennement, tout en étant très énergique, l'état réfractaire ne dépasse pas vingt à trente jours.

Le sérum antivenimeux est efficace contre le venin² de tous les serpents et des scorpions. 10 centimètres cubes suffisent dans la plupart des cas; toutefois, quand le serpent est très dangereux et que l'intervention est tardive, il faut injecter simultanément deux ou trois doses de 10 centimètres cubes chacune³.

Malgré ces injections, il faut naturellement pratiquer la ligature ou la compression de retour du membre, et laver soigneusement les morsures avec de l'acide chromique à 1 %, du chlorure d'or à 1 % et surtout de l'hypochlorite de chaux à 1/60, récemment préparé⁴.

On peut aussi s'efforcer de réveiller la sensibilité du malade par des frictions modérées, mais il faut éviter de recourir, dans ce but, à l'alcool, au café, à l'ammoniaque.

Le sérum antivenimeux, d'ailleurs, est absolument inoffensif; il n'y a aucune complication à craindre, et, sous son influence, on voit l'état des malades s'améliorer rapidement, en quelques heures. On en fait aussi usage, et exactement comme pour l'homme, pour le traitement des morsures venimeuses chez les animaux domestiques.

Quand on pense qu'aux Indes on voit par an mourir une moyenne de 25.000 personnes des suites d'envenimation par des morsures de serpents, on ne niera pas que, par la découverte du sérum antivenimeux, la thérapeutique est dorénavant dotée d'une médication des plus précieuses parmi les meilleures conquêtes de la Médecine moderne.

III. — SÉRUM ANTISTREPTOCOCCIQUE.

Le streptocoque pyogène, occasionnant des maladies infectieuses et toxiques, présente la propriété de pousser sur presque tous les milieux de

culture artificiels ou naturels : c'est ce qui explique pourquoi son domaine dans la Pathologie est si vaste. Vivant facilement partout, sa diffusion est rapide.

Charrin et Roger, le 23 février 1895, communiquèrent à la Société de Biologie les deux premiers cas d'application d'un sérum antistreptococcique au traitement de la fièvre puerpérale. Le mois suivant, dans une seconde communication, ils rapportèrent deux nouveaux cas; c'est dans cette même séance que Marmorek¹ fit connaître la technique de sa méthode et annonça qu'il venait de l'employer avec succès chez 46 malades atteints d'érysipèle.

Dans la méthode de Marmorek, on commençait par exalter la virulence d'un streptocoque pris chez l'homme; le streptocoque hypervirulent était ensuite inoculé au cheval à doses progressivement croissantes, jusqu'à immunisation; enfin, le sérum de ce cheval, doué à son tour de propriétés préventives et curatives, était l'arme employée par Marmorek contre la streptococcie, pour la guérir autant que pour la prévenir.

Roger et Charrin, usant d'un procédé inverse, ont cherché par la chaleur à diminuer la virulence du streptocoque emprunté à l'homme.

Pour cela, une culture de streptocoque sur bouillon de huit à dix jours est évaporée au bain-marie, réduite au sixième du volume primitif, puis chauffée à l'autoclave à 115°; dans ces conditions, le liquide perd la plus grande partie de sa toxicité.

On l'inocule alors à un mulet, à la dose de 50 centimètres cubes par injection, ce qui représente 300 centimètres cubes du bouillon de culture primitif. Quand l'animal a reçu huit à dix injections, on peut considérer la vaccination comme achevée, et, huit à quinze jours plus tard, on pratique une saignée. Pour empêcher les propriétés thérapeutiques de s'affaiblir, on continue à faire à l'animal, une fois par semaine, une nouvelle injection de cultures stérilisées.

Le sérum ainsi obtenu, tout en ayant les mêmes propriétés thérapeutiques que celui de Marmorek, a cependant une énergie moins grande; aussi faut-il l'employer à des doses plus élevées : 30 centimètres cubes pour la première injection. Dans les cas très graves, on peut introduire jusqu'à 50 et 60 centimètres cubes à la fois, au moins pendant les premiers jours.

A côté des procédés de Marmorek et de Charrin-

¹ MARMOREK : Le streptocoque et le sérum antistreptococcique. *Ann. de l'Institut Pasteur*, 1895.

MARMOREK : Traitement de la scarlatine par le sérum antistrep. *Ann. de l'Institut Pasteur*, 1898.

HOFMANN : Sérum antistrep. *Deutsche med. Wochenschrift*, 1904, XXX, n° 44.

MÉRY : Sur une variété de streptocoque réfractaire au sérum de Marmorek. *Soc. de Biologie*, 1896.

¹ Calmette mesure la valeur de son sérum par *unité antivenimeuse*. 10 centimètres cubes = 20.000 unités antivenimeuses.

² PHISALIX : Rapports des venins avec la biologie gén. *Rev. gén. des Sciences*, 1903, p. 1250.

³ Les Etablissements Poulenc frères, à Paris, recommandent l'emploi du sérum sec à cause de sa conservation facile et illimitée.

⁴ A défaut de ceux-ci, tout simplement avec de l'eau, en comprimant fortement les tissus tout autour pour faire saigner la plaie.

Roger, il est, entre autres¹, un procédé de sérothérapie antistreptococcique employé par Denys et Leclef². Par des injections répétées et à dose croissante de toxine de streptocoques faites à deux chevaux, et de cultures vivantes du même organisme à deux autres chevaux, ces auteurs sont parvenus à obtenir un sérum dont l'injection, à la dose de 0 cc. 25 à 1 centimètre cube, prévenait chez le lapin l'apparition d'un érysipèle de l'oreille. Ils se servirent d'un streptocoque très virulent.

Tous ces sérums³ n'ont pas déterminé d'accidents spéciaux, en dehors de quelques manifestations communes à l'emploi de tous les sérums antitoxiques connus : hyperthermie momentanée, exanthèmes, arthralgies, myalgies. Il est nécessaire, indispensable, quand on commence l'étude thérapeutique d'un agent de matière médicale, d'avoir au préalable établi l'immunité et la sécurité de l'arme nouvelle qu'on met entre les mains des médecins.

Cependant, on peut dire, d'une manière générale, que les propriétés thérapeutiques de ce sérum sont moins prononcées que son pouvoir préventif. Aussi faut-il l'utiliser au début, dès qu'on soupçonne une infection à streptocoques. On donne 20 centimètres cubes à tous les âges, même les plus jeunes; quand le danger est imminent, il faut injecter 50 centimètres cubes d'un coup et répéter l'injection toutes les douze et vingt-quatre heures, jusqu'à disparition complète des symptômes morbides. On constate, après l'injection, un érythème passager, qui ne s'accompagne, d'ailleurs, d'aucun malaise sérieux.

L'Institut Pasteur délivre, en tubes scellés, du sérum desséché dans le vide, dont la valeur correspond à celle de 10 centimètres cubes de sérum liquide. Le sérum est surtout efficace dans les infections causées par le streptocoque pur; son action est moins énergique et moins constante quand le streptocoque est associé à d'autres bactéries pathogènes.

Aussi, pour obtenir des résultats très satisfaisants dans la diphtérie, le croup et l'angine scarlatineuse, où il est associé au bacille de Loeffler, faut-il injecter simultanément le sérum de Marmorek et le sérum de Behring-Roux. Dans l'érysipèle, le sérum de Marmorek donne, d'après Chantemesse, des résultats très heureux (mortalité tombant de 3,8 à 1,5 %). Dans la scarlatine, que l'infection streptococcique complique souvent, Josias et Barginsky ont observé que l'emploi de ce sérum, sans

influencer notablement la marche de la maladie, agit cependant très favorablement sur les complications.

Les tentatives pour guérir la septicémie puerpérale⁴ doivent être continuées et encouragées, parce qu'on ne possède actuellement aucun autre moyen sérieux pour lutter contre les formes sévères de cette infection. Le traitement local au moyen d'injections utérines, d'écouvillonnage et de curetage est doué d'une grande valeur, surtout dans les cas de rétention, mais son efficacité n'est certaine qu'à la condition d'être hâtif.

Lorsqu'on s'adresse à la sérothérapie, dit Marmorek, dans un cas de septicémie puerpérale par exemple, on doit supprimer tout autre traitement. D'après Landouzy, nul n'aurait le droit, pour la septicémie puerpérale, de partager l'exclusivisme de Marmorek. On continuera, tout en faisant d'emblée la sérothérapie, de recourir, avec calme, douceur, aux médications commandées par l'état utérin et l'état général, sans sacrifier surtout les longues irrigations utérines.

D'après Landouzy et Claisse, ce sérum est aussi très efficace dans la broncho-pneumonie d'origine streptococcique; la température s'abaisse rapidement et la guérison survient. Enfin, dans la variole et dans la méningite cérébro-spinale épidémique, Lindsay, Wallach, Einsler ont obtenu des guérisons inespérées par les injections du sérum de Marmorek.

IV. — SÉRUM ANTIDIPHTÉRIQUE.

Un seul sérum triomphe à peu près entièrement du mal; c'est celui de la diphtérie ou du croup, le sérum Roux, pour lui donner son vrai nom.

La méthode employée par Roux et Martin pour immuniser les animaux a été celle des toxines iodées, déjà mises en usage par Roux et Vaillard dans leurs recherches sur le tétanos.

Pour obtenir l'immunisation, la toxine employée, qui doit tuer, à la dose de 1/10 de centimètre cube et en quarante-huit heures, 500 grammes de cobaye, est injectée à des chevaux de la façon suivante :

Premier jour, 1/4 de centimètre cube de toxine mélangé à 1/10 de solution de Lugol;

Deuxième jour, 1/2 cc. du même mélange; même

¹ M. VINAY : Le sérum de Marmorek dans le traitement de la septicémie puerpérale. *Société des Sciences médicales de Lyon*, 1897, 37.

COLEMAN et WAKELING : A case of acute septicæmia. *Brit. med. Journal*, 1896.

A. PINARD et V. WALLICH : Traitement de l'infection puerpérale, 1896.

GAULARD : La sérothérapie dans la fièvre puerpérale, 1895.

DELBET (sérum de R. Petit) : *Société de Biologie*, 28 mai 1904.

² DENYS et LECLEF : Académie de Médecine de Belgique, 1895.

³ H. VON SULTHAL : *Fortschritte der Medizin* (Berlin), t. XXII; p. 23. 10 août 1904.

répétition jusqu'au huitième; on diminue ensuite la quantité de la solution iodée;

Au dix-septième jour, on administre 1/4 de centimètre cube de toxine pure;

A partir du vingt-deuxième jour, injection tous les deux ou trois jours de doses croissantes de toxine pure, de manière à atteindre 30 centimètres cubes le cinquantième jour;

60 centimètres cubes du cinquante-cinquième au soixante-septième jour;

90 centimètres cubes le soixante-douzième jour;

Et enfin 250 centimètres cubes le quatre-vingtième jour.

Après cette immunisation lente de quatre mois, on laisse l'animal se reposer une vingtaine de jours avant de pratiquer la saignée.

L'autre méthode que signale Landouzy, due à Parodlovsky et Maksutoff, aussi efficace que la première, permet l'immunisation du cheval en une quarantaine de jours, en injectant d'abord du sérum antitoxique, puis la toxine diphtérique à doses croissantes et jusqu'à 1.200 centimètres cubes.

L'activité du sérum antidiphtérique se mesure à peu près comme celle du sérum antitétanique.

Une quantité de sérum antidiphtérique égale au 1/50.000 du poids du corps d'un cobaye suffit pour le protéger contre l'infection.

Behring et Ehrlich, en Allemagne, emploient la méthode des mélanges, qui mesure, au contraire, le pouvoir antitoxique; on admet que le sérum à 1/100.000 de l'Institut Pasteur équivaut à environ 250 unités d'Ehrlich.

Le sérum antidiphtérique est surtout antitoxique; il donne des résultats très remarquables, constatés par un grand nombre d'observateurs⁴, puisque la mortalité globale par diphtérie, qui était jadis de 60 % environ, est tombée à 15 %, et même à 5 % si l'on défalque les cas où le sérum a été injecté trop tardivement. En effet, le sérum est à peu près impuissant quand la toxine bactérienne a diffusé, qu'il y a paralysie, irrégularité du pouls et de la respiration.

L'administration précoce du sérum, quand les signes cliniques sont affirmatifs ou même douteux, est absolument indiquée. On observe rapidement

alors une amélioration sensible de l'état général et le décollement plus ou moins rapide des fausses membranes. Toutefois, quand il y a association du streptocoque ou du staphylocoque avec le bacille de Lœffler, l'effet est moins constant.

Enfin, ce sérum est également préventif, comme Landouzy l'a montré, puisque, sur 12.426 personnes injectées préventivement, 53 seulement ont contracté la diphtérie, soit 1 sur 235. L'immunité conférée par le sérum est de trois semaines environ.

« Dans la diphtérie bénigne », dit le D^r Laumonier⁴, « au début 5 à 10 centimètres cubes de sérum suffisent; quand la maladie date de plusieurs jours, ou présente un pronostic sévère, il faut injecter 10 ou 20 centimètres cubes, quel que soit l'âge; enfin, dans les cas très graves et spécialement quand la diphtérie s'étend au larynx et aux bronches, on peut aller depuis 30 jusqu'à 50 centimètres cubes. D'ailleurs, il est préférable d'injecter, dès le début, une dose forte que de recourir à des injections répétées de doses faibles. »

Les injections de sérum antidiphtérique présentent certains inconvénients dont on paraît avoir exagéré l'importance. Quelques jours après l'injection, on observe souvent une éruption d'urticaire avec une légère hyperthermie, de courte durée; plus rarement, on constate de l'érythème polymorphe et de la fièvre, et tout à fait exceptionnellement des gonflements articulaires douloureux, qui compliquent l'éruption, notamment chez les adultes et quand le streptocoque est associé au bacille de Lœffler; l'état fébrile peut alors durer quelques jours, mais ces accidents ne présentent jamais de réelle gravité.

Des essais de sérothérapie ont été entrepris pour un grand nombre d'autres maladies infectieuses: les uns ont échoué; les autres sont encourageants par leurs promesses, mais ne sont pas encore entrés définitivement dans la Thérapeutique. Mais il n'est pas permis de douter que l'ère de recherches nouvelle inaugurée par Pasteur ne nous conduise bientôt à de plus importants succès dans cette voie.

D^r F. Blumstein

(de Strasbourg).

⁴ ROUX et MARTIN : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1894. — STRASES : *Académie de Médecine*, 1894. — EULENBURG : *Soc. de médecine interne*, Berlin, 1895. — BIGGS : *Académie de Médecine de New-York*, 1895. — RAW : *British medical Journal*, 1896. — PERINI : *Académie de Médecine de Turin*, 1896. — CHANTEMESE : *Soc. méd. des hôpitaux*, 1896. — GIBIER : *Académie des Sciences*, 1896.

⁴ D^r LAUMONIER : *Les nouveaux traitements*. Paris, 1903. DZIERGOWSKY : *Préparation du sérum antidiphtérique*. *Revue générale des Sciences*, 1902, p. 281.

JOSIAS et TOLLEMER : *Action du sérum antidiphtérique*. *Académie de Médecine*, 7 octobre 1902, 18 mars 1902.

D^r ROMME : *L'eau potable et la diphtérie*. *Presse médicale*, Paris, 1904, n° 27.

L'ESPRIT SCIENTIFIQUE DANS L'ENSEIGNEMENT COMMERCIAL

Les derniers examens d'admission aux Écoles supérieures de Commerce ont montré un fléchissement appréciable du nombre habituel de candidats. Il est légitime de supposer que la crainte de voir supprimer la dispense militaire, conférée par le diplôme de ces écoles, n'a pas laissé d'exercer une influence sur ces résultats. Après tout, ces jeunes gens, entrés sans enthousiasme et sans vocation dans une carrière qu'ils ignoraient, ne faisaient peut-être pas de moins bons commerçants que les autres; beaucoup ont dû s'étonner de l'intérêt qu'excitait en eux un programme auquel ils ne s'attendaient pas. Ce fléchissement numérique que nous venons de signaler s'explique donc très bien par l'ignorance et les préjugés du grand public vis-à-vis de tout ce qui concerne le commerce. Mais il vient aussi du fait que l'on ne se rend pas compte des transformations profondes subies par le mouvement des échanges au cours des dernières années. La concurrence toujours plus redoutable de l'étranger, les difficultés que rencontre l'extension des débouchés, l'obligation de créer non seulement des maisons de vente, mais même des fabriques dans les pays qui prélèvent des droits de douane trop élevés, tout cela montre combien développées doivent être les connaissances générales de ceux qui veulent se vouer au commerce d'exportation. Le temps n'est plus où l'habileté routinière pouvait suffire: de même que l'industrie et l'agriculture, le commerce sera scientifique ou il ne sera pas. Il n'y a qu'à voir le rôle de premier ordre que joue l'enseignement commercial dans le développement économique de pays comme la Belgique, l'Allemagne, les États-Unis, et les efforts que fait l'Angleterre dans ce domaine pour rattraper l'avance que ses rivaux ont prise sur elle. Dans un discours prononcé en novembre 1900, à l'occasion de sa nomination de recteur de l'Université de Glasgow, lord Roseberry prit pour sujet l'Empire anglais et rechercha quelles étaient les conditions auxquelles son pays conserverait la suprématie du monde. Rappelant la boutade de H. Heine: « Combien les Romains ont été heureux de n'avoir pas à apprendre le latin, car sans cela ils n'auraient pas eu le temps de conquérir le monde! », l'ancien premier Ministre demandait aux Universités de prendre une orientation plus pratique; il souhaitait qu'à chacune d'entre elles fût adjointe une Faculté de Commerce qui aurait le double avantage de stimuler l'enseignement commercial dans les écoles secondaires et de donner le

bénéfice d'une éducation universitaire aux hommes qui sont destinés à occuper les positions principales dans les affaires. L'éducation, concluait lord Roseberry, doit devenir commerciale¹. Ajoutons qu'à son utilité indispensable, l'enseignement commercial joint encore le mérite d'une réelle valeur éducative, en même temps que, par sa portée générale et son actualité, il excite facilement l'intérêt de ceux qui le reçoivent.

Le programme de l'enseignement commercial forme un tout complet, en ce sens qu'il comprend des disciplines scientifiques, littéraires, juridiques et philosophiques. Le développement donné à chaque branche varie avec les différentes écoles et aussi avec le degré d'enseignement. Nous reviendrons plus loin sur ces différences, que nous tenions à signaler avant d'esquisser les grandes lignes du programme suivi:

I

Les sciences mathématiques sont habituellement représentées par l'arithmétique appliquée au commerce et la théorie des opérations financières à long terme; les écoles allemandes y ajoutent l'algèbre, la géométrie, la mécanique et la trigonométrie, mais cette addition, qui n'a qu'une utilité très lointaine, est simplement une obligation de l'État. La comptabilité a une importance fort variable: tantôt, on se borne à l'étude des principes et des divers systèmes de tenue des livres; tantôt, au contraire, on en fait le centre de l'enseignement en lui consacrant de nombreuses heures. Ces variations proviennent de deux conceptions opposées: les partisans du premier système estiment que l'école prépare la maison de commerce, mais ne la remplace pas, et que, lorsque l'élève possède les grandes lignes de la science du comptable, c'est à la pratique des affaires qu'il doit demander le complément de son instruction². Tel est le point de vue allemand. Les partisans du second système prétendent dispenser l'élève de l'apprentissage commercial et cherchent à se rapprocher d'aussi près que possible de celui-ci, en créant, par exem-

¹ Notons qu'aux États-Unis, les Universités de Pennsylvanie, de Wisconsin, de Californie, de Louisiane, de Michigan, de New-York et de Chicago possèdent des Facultés de Commerce. Cf. sur leurs intéressants programmes: X. TORAUBAYLE: *L'Enseignement commercial aux États-Unis. Rapport de mission*, 1 br. Paris, Nony, s. d.

² E. JOURDAN et G. DEMONT: *Les Ecoles de commerce en Allemagne et en France*, 1 br. Paris, 1899.

ple, à l'école, une maison de commerce fictive avec tous ses différents services de caisse, de correspondance, d'expédition, de réception, etc., ou bien encore en établissant des relations commerciales entre tous les élèves, pourvus chacun d'une spécialité différente et dans des pays variés. C'est la méthode employée en Belgique, à l'Institut supérieur de Commerce d'Anvers, en particulier, et dans la plupart des écoles françaises. Elle a le grand avantage d'intéresser vivement l'élève à une science aussi aride que la comptabilité; mais, étant données l'infinité des systèmes particuliers, qui varient d'une maison de commerce à une autre, et, d'autre part, la difficulté ou l'impossibilité de reproduire à l'école les opérations commerciales telles qu'elles se pratiquent dans la réalité; on risque ainsi de perdre en grande partie un temps précieux.

A l'enseignement de la comptabilité sont jointes ordinairement des notions sur le commerce en général et les différentes catégories de commerçants, ainsi que l'étude des documents relatifs aux échanges : factures, pièces douanières, lettre de voiture, connaissement, etc. Un cours sur l'étude des transports et l'outillage commercial vient compléter cette première catégorie de branches, à laquelle s'ajouteront encore la sténographie et la dactylographie, nécessitées par le service de correspondance.

L'étude des marchandises ou produits commerciaux donne lieu à un cours extrêmement étendu et varié, qui comprend, en particulier, la plupart des applications des sciences chimiques et naturelles, et qui doit reposer sur la théorie de chacune de ces disciplines. Chaque produit est étudié au point de vue de son origine, de sa fabrication ou de sa récolte, de ses propriétés, de ses usages, de ses variétés commerciales, de ses marchés, de sa manière d'être coté et vendu. Si l'on peut passer rapidement sur les détails de fabrication ou de culture, il nous paraît nécessaire d'insister sur l'essai de la marchandise, la recherche de ses falsifications et l'étude de ses succédanés. Ces connaissances, restreintes à l'emploi de méthodes faciles, d'ordre chimique et d'ordre microscopique, — qui n'exigent point la présence d'un laboratoire coûteusement outillé, — sont de plus en plus indispensables au commerçant; elles constituent, en outre, un moyen éducatif de haute valeur. Nous tenons d'autant plus à souligner la chose que l'on tâche aujourd'hui de développer à juste titre les exercices de laboratoire, essayant, comme on l'a fort bien dit, de mettre l'étudiant en rapport direct avec les matériaux élémentaires de la science, de le guider et de le stimuler, afin qu'il convertisse ces éléments grossiers en savoir réel pour lui-

même¹. Cette part importante faite aux travaux pratiques et aux recherches personnelles est un des caractères originaux des écoles américaines, celui qui frappe le plus un visiteur venant d'Europe; nous l'avons retrouvée à tous les degrés de l'enseignement et avons pu en constater les heureuses conséquences. C'est pourquoi nous déclarons que la pratique des essais doit être rendue obligatoire, comme un complément nécessaire du cours de marchandises, ayant constaté par ailleurs que, si cet exercice est simplement facultatif, le plus grand nombre des étudiants n'y participent pas. Au laboratoire doit être joint un musée d'échantillons, aussi complet que possible, grâce auquel l'élève est placé préalablement en présence de chaque produit à étudier, afin d'être exercé plus tard à sa détermination. Un tel Musée, bien classé, où chaque échantillon est accompagné d'une notice détaillée, peut étendre son utilité aux commerçants de la région et même aux visiteurs étrangers. On sait le rôle important que jouent ces institutions en Belgique (musée de Bruxelles), Allemagne, Autriche et jusqu'aux États-Unis (musée de Philadelphie). Un autre complément utile de ce cours, ce sont les visites de fabriques, usines, manufactures, grandes maisons de commerce même, effectuées par les élèves sous la conduite de leurs maîtres et donnant lieu à des rapports subséquents.

Ces excursions présentent aussi un grand intérêt au point de vue géographique : elles serviront à montrer le lien qui unit une industrie au milieu où elle vit. La Géographie économique est certainement une des branches de l'enseignement commercial susceptibles d'être le mieux imprégnées de l'esprit scientifique². On peut, en effet, la concevoir sous forme d'une série de problèmes de ce genre : causes géographiques de la distribution de la population et des marchés; répartition des grandes cultures, étant données leurs exigences aux points de vue du sol, du climat, du travail humain et des débouchés; localisation des industries envisagées aux points de vue de la présence de la force motrice, de la matière première, des traditions historiques, des agglomérations urbaines, des facilités d'exportation; rapports existant entre

¹ Cf. également les judicieuses observations de M. H. LE CHATELIER : *L'Industrie et les progrès de la Science pure*, dans la *Revue* du 30 décembre 1901.

² Cf. les *Rapports et comptes rendus du Congrès international de Géographie économique et commerciale* (Paris, 27-31 août 1900), et particulièrement le Rapport de M. J. Brunhes : *Différences psychologiques et pédagogiques entre la conception statistique et la conception géographique de la Géographie économique*. Tirage à part, Fribourg, 1900. — A un point de vue plus général, voir les *Conférences sur l'enseignement de la Géographie*, faites, en février-mars 1903, au *Musée pédagogique*, par MM. Vidal de la Blache, L. Gallois et P. Dupuy, et reproduites dans les *Annales de Géographie*, 15 mai 1905.

les voies de communication et le milieu géographique; tout cela avec accompagnement de nombreuses cartes de répartition, de graphiques statistiques, que les élèves apprendront à dresser eux-mêmes, avec clarté et précision, en limitant exactement le phénomène localisé. Nous soulignons du même coup l'intérêt d'une étude ainsi comprise, au cours de laquelle le souci continu du maître est de susciter des pourquoi, de montrer des relations de cause à effet et d'établir des comparaisons. Rien n'empêche d'ajouter à ce cours des notes d'un caractère pratique, portant sur les goûts et les besoins des populations, notes que l'on pourra puiser, par exemple, dans les rapports de nos consuls, si peu utilisés, en attirant l'attention sur ce fait que c'est précisément l'ignorance ou le dédain de ces goûts et de ces besoins qui sont souvent cause de l'insuccès de notre propagande commerciale, au grand avantage de nos concurrents allemands en particulier⁴.

Rien n'aide plus le voyageur dans le placement des produits que la connaissance des langues étrangères, devenue aujourd'hui, pour un grand nombre, une véritable nécessité sociale, à mesure que se multiplient les relations internationales de toute sorte. Ces disciplines auront donc une place importante dans l'enseignement commercial, avec ce caractère spécial — qui tend à devenir général, même dans les autres ordres d'enseignement — que l'étude de la langue parlée doit précéder celle de la langue écrite. C'est ce qu'on a appelé la méthode inductive ou méthode naturelle, l'éducation de l'oreille et de l'œil, telle que l'a devinée d'instinct la mère ou la nourrice. C'est d'ailleurs ainsi que la classe de langues vivantes devient, comme on l'a dit, une classe de choses vivantes qui peut se prêter indifféremment aux différents buts de l'instruction, être à volonté commerciale ou littéraire, pratique ou théorique.

Les exercices de langue étrangère écrite sont formés en bonne partie de lettres et de rapports commerciaux, qui feront également l'objet d'un cours de composition française, varié avec des dissertations juridiques ou économiques, ou bien encore avec les comptes rendus des visites indus-

trielles dont nous avons parlé. Beaucoup d'écoles ajoutent, à juste titre, des exercices de diction, de courtes causeries sur les sujets les plus variés, que l'on peut animer encore en les faisant suivre de discussions. Nous savons par expérience le réel plaisir avec lequel ces exercices sont préparés et le grand profit que les élèves en retirent pour l'intelligence de leurs cours.

Les sciences juridiques, et tout particulièrement l'étude des législations commerciale, maritime et douanière, précédée d'une vue générale du droit civil, élargiront l'horizon du futur commerçant. Enfin l'histoire du commerce, et l'économie politique, conçue principalement comme une philosophie des échanges, viendront compléter un programme dans lequel la variété et l'intérêt des branches ne le cèdent en rien à ce que peuvent offrir les différentes ramifications de l'enseignement secondaire. L'Économie politique mérite de retenir un instant l'attention au point de vue de l'esprit dans lequel elle peut être comprise. Il nous semble que cette science, encore en formation et si controversée, ne fait pas assez appel aux disciplines proprement scientifiques et s'enferme trop dans un dogmatisme étroit que les faits font souvent éclater. Le commerce, et aussi l'agriculture et l'industrie, — puisque aussi bien il y a une économie industrielle et une économie rurale, comme il y a une économie commerciale, — ne connaissent que des réalités et s'accommodent mal de principes abstraits que certains économistes veulent faire triompher à tout prix⁴. C'est ainsi, par exemple, que la Géographie, entendue comme l'étude des relations entre l'homme et le milieu terrestre, apporte à l'Économie politique une précieuse contribution, dont nous avons déjà fourni des preuves aux lecteurs de cette *Revue*. Il n'est pas jusqu'à la législation même qui ne doive s'imprégner de cet esprit scientifique, et tel est bien le sens de l'évolution qui se poursuit aujourd'hui.

⁴ « On a beaucoup trop tendance, écrit le Dr Decorse, à vouloir imposer nos goûts au nègre. Chez eux comme chez nous cependant, les modes, abstraction faite de leurs exagérations, répondent à des nécessités que la vie ou les circonstances imposent à tous. La couleur, par exemple, est capable de faire varier du simple au double la valeur d'échantillons d'une même qualité. Le blanc, le vert, le jaune, couleurs du prophète, font prime en pays musulmans; chez les fétichistes, le bleu conquiert tous les suffrages, car on peut le porter sale plus longtemps. » *Rapport économique et zoologique sur la région du Tchad*. Renseignements coloniaux et documents publiés par le Comité de l'Afrique française, n° 5, 1905.

⁴ Un travail de M. A. E. Sayous sur l'Enseignement de l'Économie politique dans les écoles de commerce (*Bulletin de la Fédération des Industriels et des Commerçants français*, mai 1905) paraît au moment où nous corrigeons les épreuves de notre article. Nos idées concordent de tout point avec celles de l'auteur. M. Sayous estime que le professeur doit posséder « des notions approfondies moins sur Malthus, Ricardo,.... que sur l'histoire et la géographie économique », et que son enseignement doit avoir un triple caractère: a) être essentiellement *pratique*; b) être vraiment *scientifique*. Qu'on se garde de généralisations aventureuses: seule exacte est la méthode historique, qui relate les faits, les classe et recherche *l'influence toujours énorme du milieu*; c) être *précis*. — Et c'est M. L. Gallois qui, dans les conférences précitées sur l'enseignement de la Géographie, écrit encore: « *La géographie humaine est le support des faits économiques* qui sont la règle de la vie moderne. Elle ajoute le témoignage des conditions naturelles et du milieu à celui que les langues et l'histoire fournissent pour la connaissance des sociétés humaines. »

II

L'enseignement commercial a, lui aussi, ses degrés. On peut distinguer en tous pays un enseignement moyen et un enseignement supérieur. Le premier est donné chez nous dans une cinquantaine d'écoles pratiques de commerce, où l'on peut le suivre avec profit à la sortie de l'enseignement primaire; le second appartient aux quinze écoles supérieures, qui recrutent leurs élèves à la fin des études secondaires. L'enseignement moyen s'adresse au grand nombre; il n'a pas pris en France le même développement qu'en Allemagne et aux États-Unis, où des enquêteurs sérieux considèrent sa diffusion comme étant une des causes qui ont le plus contribué à la formation d'un esprit d'initiative hardie et au recrutement d'une classe ayant une instruction plus forte que la moyenne des employés et des petits commerçants français. Nous aurions intérêt, en conséquence, à le répandre davantage, en le rendant gratuit, comme c'est le cas dans les deux pays précités. Un certain nombre d'établissements d'enseignement secondaire, collèges ou lycées, pourraient aussi créer une section commerciale, dont les élèves suivraient en commun, avec leurs camarades d'une section scientifique, des branches d'instruction générale, et recevraient à part l'instruction technique. Ce système, financièrement économique, facile à réaliser, donne, aux États-Unis et dans quelques écoles suisses, d'excellents résultats¹.

Notre enseignement supérieur, plus ancien, est

plus solidement organisé. Nous avons essayé d'entracrer un programme rationnel et général, en insistant principalement sur l'esprit qui doit l'animer et que nous considérons comme essentiel. Il doit être spécialisé en raison de son étendue : beaucoup d'Écoles supérieures ont une section de la Banque, une section du Commerce général; on commence à créer des sections coloniales; c'est là une idée fort juste, que nous aurions dû mettre en pratique depuis longtemps déjà. Si nos colonies manquent d'agriculteurs, les commerçants leur font encore plus défaut, et, cependant, ceux-ci sont des stimulants, des créateurs de débouchés, le grand desideratum d'aujourd'hui. Dans le même ordre d'idées, nos Écoles de province doivent être résolument et nettement régionales, et suivre l'exemple de celles de Lyon et de Marseille, qui ont ouvert respectivement des sections de tissage, de produits chimiques et de navigation. C'est ainsi qu'elles serviront le mieux les intérêts de l'industrie nationale. Enfin, avec quelques modifications dans les programmes, nous pouvons faire de nos écoles supérieures, à l'imitation des Américains, des écoles de journalistes et de consuls, si nous estimons que la presse doit placer au premier rang de ses préoccupations les questions économiques, et que le devoir essentiel de nos représentants à l'Étranger est de veiller à la sauvegarde et au développement de nos intérêts commerciaux.

P. Clerget,

Professeur à l'École de Commerce du Locle
(Suisse.)

¹ L'École de Commerce du Locle, où nous professons, est ainsi organisée, comme section de l'École normale d'instituteurs et d'institutrices. Elle compte trois années d'études et de 30 à 40 élèves qui suivent en commun, avec leurs camarades, des cours de grammaire et de littérature d'algèbre, de physique et de chimie. En vue des besoins indus-

triels locaux, l'école a ouvert un cours d'horlogerie commerciale. L'âge d'entrée est de quatorze ou quinze ans. Les jeunes garçons sont préparés, en outre, aux examens fédéraux des postes et des douanes. Enfin, l'école est mixte, et nous n'avons jamais eu qu'à nous louer de cette expérience de coéducation.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Borel (Emile), *Maître de Conférences à l'École Normale supérieure*. — **Leçons sur les Fonctions de variables réelles et les développements en séries de polynômes, professées à l'École Normale supérieure, rédigées par M. M. FRÉCHET, avec notes par MM. P. PAINLEVÉ et H. LEBESGUE. — 1 vol. gr. in-8° de VIII-160 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.**

On sait que, depuis plusieurs années, paraît, à la maison Gauthier-Villars et sous la direction de M. Em. Borel, une collection de monographies sur la théorie des fonctions, dont plusieurs rédigées par M. Borel lui-même. Ce savant, soit par l'importance de ses travaux personnels, soit par son érudition, est un de ceux, bien rares, qui ont pénétré le plus à fond dans ces difficiles matières. Le présent volume est un des plus récents de la collection.

Après avoir rappelé plusieurs points dans la théorie des ensembles et précisé la notion de continuité, on passe aux problèmes fondamentaux, objets du livre.

Soit :

$$(1) \quad f(x) = \sum_{n=0}^{n=\infty} u_n(x)$$

une série convergente, où la fonction $u_n(x)$ est continue. La fonction $f(x)$ est-elle forcément continue? La question est fort délicate. Cauchy (Stolz et Gmeiner, « Einleitung in die Functionentheorie », Leipzig, Teubner, 1904) a cru démontrer l'affirmative et n'a commencé à douter qu'à la fin de sa vie. En réalité, la réponse est négative. Le problème a été résolu en ces tout derniers temps par la notion, due à M. Arzela, de la *convergence quasi-uniforme*, pour les séries. Une pareille convergence pour la série (1) est, pour la fonction $f(x)$, la condition nécessaire et suffisante de continuité.

Un théorème de Weierstrass dit que toute fonction continue est représentable par une série de polynômes. M. Borel en donne diverses démonstrations. Il s'agit de trouver un polynôme $P_n(x)$, de degré n , différent de la fonction continue $f(x)$ aussi peu que possible et, notamment, moins que tout autre polynôme de degré moindre ou égal. Intervient la méthode de Tchébicheff. Il se passe là quelque chose qui ressemble au développement d'une quantité incommensurable en fraction continue à réduites rationnelles.

La réciproque du théorème de Weierstrass est fautive. Une série de fonctions continues (notamment de polynômes) peut représenter une fonction discontinue. M. Baire (dans une monographie spéciale de la collection) a même établi une classification de pareilles fonctions discontinues. Tel est l'objet du chapitre V, d'une note de M. Lebesgue et d'une autre de M. Borel.

Enfin le livre contient une note de M. Painlevé, de 47 pages, véritable monographie aussi. Il s'agit des fonctions analytiques : $f(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots$, c'est-à-dire développables en série de Mac-Laurin. La théorie est trop profonde, les procédés d'exposition et de démonstration sont trop abstraits pour se prêter à un résumé succinct. Disons seulement qu'interviennent « l'étoile d'holomorphie » (Mittag-Leffler) et la « série génératrice », où le terme général est une fonction entière de a_0, a_1, \dots, a_n .

On voit quelle contribution considérable apporte le présent livre à nos connaissances dans ces hautes et difficiles matières.

LÉON AUTONNE,

Maître de conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances, deuxième série. Tome III, Session de 1905. — 1 vol. in-8° de 243 pages (Prix : 2 fr. 50). Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

Ce volume de Procès-verbaux, dont la partie administrative a été recueillie et publiée par l'éminent Professeur Blaserna, secrétaire du Comité international des Poids et Mesures, continue la collection très intéressante des documents publiés par ce Comité. Chaque session est signalée par l'apparition de publications dont l'ensemble contient toute l'histoire contemporaine du Système métrique.

Dans le corps même des Procès-verbaux, nous signalerons tout particulièrement les très intéressants résultats donnés dans le Rapport présenté au Comité par M. Benoît, directeur du Bureau international, et desquels résulte avec évidence que l'unité de masse, représentée par les étalons en platine iridié, s'est conservée, depuis la distribution des étalons aux Etats signataires de la Convention du mètre, avec une précision de l'ordre du cent-millionième, limite que les mesures ne permettent guère, pour le moment, de dépasser. Cette conclusion ressort de l'invariabilité des équations relatives de 6 kilogrammes restés pour la plupart sans usage depuis 1889. D'autres kilogrammes, employés à de nombreuses comparaisons, ont, en revanche, perdu un peu de leur masse, puisque leurs équations diffèrent de la moyenne des autres de quelques centièmes de milligramme en moins. Il résulte donc de ces mesures, en même temps qu'une sécurité absolue de la conservation d'étalons très peu employés, la nécessité de déterminer de temps en temps ceux qui sont constamment en usage, si l'on veut pouvoir répondre du centième de milligramme sur le kilogramme, soit du cent-millionième en valeur relative, exactitude qu'heureusement bien peu de déterminations physiques rendent nécessaire.

Dans le même Rapport sont indiquées les valeurs auxquelles conduisent d'une part les mesures de M. Chappuis, d'autre part celles du regretté Macé de Lépinay et de M. Buisson, en vue de déterminer la masse du décimètre cube d'eau. Les résultats très concordants de ces mesures montrent que cette masse diffère du kilogramme seulement de 3/100.000, quantité dont la petitesse fait le plus grand honneur aux métrologistes qui créèrent le kilogramme en partant du décimètre cube.

Une décision intéressante du Comité international autorise l'emploi de l'appellation *carat métrique* pour désigner, dans le commerce des pierres précieuses, la masse de 200 milligrammes, comprise entre les valeurs très nombreuses que l'on donne au carat en divers pays, et que les bijoutiers et joailliers ne sont pas parvenus à abandonner. Cette petite concession faite à un vocabulaire très répandu engagera certainement les intéressés à se rallier à une valeur unique du carat, dont la diversité est la source de difficultés sans nombre, sinon de supercheries faciles.

Les Annexes, qui contiennent, comme d'habitude, le détail scientifique des faits simplement énoncés dans les Procès-verbaux, sont particulièrement intéressantes. Une courte Note donne, pour les mètres en platine iridié, une preuve de constance analogue à celle que nous avons mentionnée pour le kilogramme, puis un Rapport étendu, primitivement présenté par M. Benoît au Bureau international des Poids et Mesures, en vue d'obtenir une modification de la législation vieillie qui régissait depuis 1840 l'emploi du Système métrique en

France, donne une histoire complète des étalons métriques depuis la création du Système jusqu'à l'époque actuelle. Les définitions très claires des unités, que l'on trouve au cours de ce Rapport, peuvent être considérées comme faisant autorité en ces matières délicates.

Une Note de M. Guillaume explique ce que l'on doit entendre par le terme *échelle normale des températures*, et montre comment cette échelle peut être réalisée dans toute l'étendue des températures actuellement accessibles.

Enfin, un Mémoire de MM. Benoit et Guillaume rend compte des expériences faites depuis quatre ans au Bureau international en vue de déterminer les conditions d'emploi des fils tendus pour la mesure des bases, leur degré de permanence et l'exactitude qu'ils permettent d'atteindre. On se représentera la somme considérable de labeur consacré à cette recherche, si nous disons que l'ensemble du travail dont il est rendu compte a exigé plus de 150.000 lectures faites dans les conditions les plus diverses, systématiquement modifiées.

L'exactitude atteinte est remarquable et montre que les fils tendus permettent de garantir, dans la mesure des bases, une précision de l'ordre du millionième, grâce, en grande partie, à l'emploi des alliages non dilatables, qui suppriment les erreurs dues à la température, les plus fortes auxquelles ces mesures fussent soumises jusqu'ici. Cette exactitude étant rendue possible par une construction rationnelle des fils et par un traitement étudié dans tous ses détails, il devenait nécessaire de transformer le matériel léger de mesure des bases imaginé par M. Jaderin et qui ne satisfaisait plus aux nouvelles exigences de la Science géodésique. C'est ce que MM. Benoit et Guillaume ont fait avec la coopération de M. Carpentier. Le nouveau matériel qu'ils ont ainsi créé permet des mesures extrêmement rapides et précises. La liste des Instituts géodésiques qui l'ont adopté montre bien la faveur qu'il a aussitôt conquise parmi les géodésiens. LOUIS OLIVIER.

2° Sciences physiques

Guye (Ch.-Eug.), *Professeur à l'Université de Genève.*

— **Les hypothèses modernes sur la constitution électrique de la Matière. Conférences faites à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève.** — 2 broch. in-8° raisin. H. Kündig, éditeur. Genève, 1905.

Le distingué professeur à l'Université de Genève a cherché à rendre ces questions si intéressantes et si actuelles accessibles aux chimistes, dont un petit nombre seulement sont assez au courant des théories électromagnétiques pour pouvoir les approfondir.

Il s'est donc limité aux seuls points essentiels, se bornant en même temps à rassembler et discuter les résultats numériques (expérimentaux) qui ont le plus de valeur. Dans la mesure où il était permis d'y arriver, M. Ch.-Eug. Guye a fait ainsi une œuvre de vulgarisation aussi claire que possible, où l'on retrouve les qualités de netteté et de précision scientifique qui distinguent l'enseignement de l'auteur. L. R.

De la Coux (H.), *Ingénieur chimiste, Inspecteur de l'Enseignement technique au Ministère du Commerce.*

— **L'Ozone et ses applications industrielles.** — 1 vol. gr. in-8° de 357 pages avec 159 figures (Prix : 15 fr.). Veuve Dunod, éditeur. Paris, 1905.

M. de la Coux a fait une monographie très complète de l'ozone et de ce qui s'y rapporte.

Après avoir rappelé au lecteur les généralités d'ordres physique et chimique, la première partie du livre se termine par l'action de l'ozone sur l'organisme et par l'indication de son rôle en thérapeutique.

La deuxième partie s'occupe des différents moyens de production de l'ozone; les procédés chimiques, électro-chimiques et électriques sont soigneusement indiqués, avec la description des appareils employés

dans les laboratoires et dans l'industrie. De nombreuses figures complètent cet exposé.

Près de la moitié de l'ouvrage s'occupe ensuite des applications de tout ordre. Cette troisième partie comprend 22 chapitres relatant l'action de l'ozone sur les produits minéraux et organiques. Parmi les applications indiquées, toutes ne présentent naturellement pas le même intérêt, quelques-unes n'étant pas sorties du domaine des projets théoriquement admissibles, ou n'ayant pu se maintenir dans la pratique, d'autres, au contraire, se trouvant l'objet d'exploitations plus ou moins importantes et dignes de fixer l'attention des spécialistes. Parmi ces dernières, nous citerons particulièrement l'épuration des eaux potables, à laquelle l'auteur n'a pas consacré moins de 92 pages, dans lesquelles on trouvera les dispositifs, avec vues, des principales usines qui sont en fonction, des bulletins d'analyse des eaux traitées, des prix de revient, et même les conventions intervenues entre quelques municipalités et les entrepreneurs de l'exploitation. Ces pages seront consultées avec fruit par ceux qui devront s'occuper de pareilles questions.

Cette portion est, sans contredit, l'une des plus intéressantes du volume. Comme vue d'ensemble sur l'organisation des établissements signalés, M. de la Coux a fait pour le mieux; nous eussions été plus complètement satisfait en trouvant quelques indications de plus sur les résultats pratiques réellement donnés par ces applications en grand et sur la comparaison des différents systèmes au point de vue des avantages et des inconvénients que chacun d'eux peut présenter.

Une quatrième et dernière partie comprend ce qui est relatif à la recherche et au dosage de l'ozone par les différentes méthodes classiques.

D'une manière générale, l'ouvrage de M. de la Coux est plutôt descriptif; l'auteur est généralement très réservé en ce qui concerne les appréciations et les critiques que pourraient suggérer les matières qu'il expose. Le livre aurait certainement gagné en intérêt par le développement (au moins sur certains points) des idées personnelles d'un homme qui semble être parfaitement au courant de son sujet. C'est aux spécialistes à donner leur avis sur des questions que d'autres ne peuvent connaître aussi complètement qu'eux.

D'autre part, on nous permettra de regretter l'absence à peu près complète d'indications bibliographiques; c'est une lacune très regrettable dans un livre qui ne peut pas avoir la prétention de traiter à fond tout ce dont il parle, et cela peut être très gênant pour le lecteur qui aurait intérêt à connaître plus complètement un point dont M. de la Coux lui aurait signalé l'existence.

Nous n'hésiterons donc pas à recommander ce livre à celui qui voudra se rendre compte de l'ensemble des propriétés de l'ozone, des méthodes employées pour l'obtenir et de toutes les tentatives qui ont été faites jusqu'ici pour l'utiliser. Cette lecture sera certainement profitable au chimiste, à l'ingénieur qui s'occupe d'hygiène publique, et même, dans certains chapitres, aux personnes auxquelles se recommande spécialement l'ozone naturel, tel qu'on le rencontre dans l'air de la mer, des montagnes, ou simplement des campagnes. G. ARTH,

Directeur de l'Institut chimique de Nancy.

Lumière et ses fils. — **Agenda Lumière 1905.**

(Prix : 1 fr.) En vente à la Société anonyme des plaques et papiers photographiques Lumière et fils.

Ce petit volume renferme, outre les renseignements généraux que donnent les annuaires de ce genre, quantité de notices et de formules utiles, ainsi que les documents physiques et chimiques qu'il est intéressant d'avoir toujours sous la main. Les documents photographiques sont bien choisis et bien classés; de nombreuses recettes et formules ajoutent encore à l'intérêt de l'agenda.

3° Sciences naturelles

Thoulet (J.) — L'Océan, ses lois et ses problèmes.
— 1 vol. in-8° de 397 pages (Prix : 12 fr.). Hachette et Cie, éditeurs. Paris, 1904.

Le nouveau livre de M. Thoulet est une brillante dissertation sur l'Océanographie. Ecrit avec verve, semé de mots spirituels, attaquant avec une belle humeur incisive les préjugés scientifiques, il amusera autant qu'il intéressera. La forme assurera, sans aucun doute, un très vif succès à cet ouvrage.

Toutefois, à notre avis, ces causeries étincelantes d'esprit présentent une singulière lacune.

Depuis plusieurs années, une Commission internationale, composée de savants de la Grande-Bretagne, de la Belgique, de la Hollande, de l'Allemagne, du Danemark, de la Norvège, de la Suède, de la Finlande et de la Russie, procède à une exploration méthodique de la Baltique, de la mer du Nord, de l'Atlantique nord et de l'Océan Glacial. Par les soins des Etats associés à cette Commission, des observations sont poursuivies dans ces différentes mers, à des époques fixes, et partout suivant une méthode et avec des instruments identiques, de telle sorte que les résultats obtenus sont comparables entre eux. Pour étudier la circulation océanique, la Commission internationale attache une importance particulière aux observations de salinité : aux yeux des océanographes du Nord, la proportion relative de sel est la caractéristique déterminante de l'origine d'une nappe d'eau, et sur ce principe est établie presque toute la littérature océanographique actuelle. De cette œuvre capitale pour l'étude des mers, M. Thoulet ne dit mot, non plus que de ses méthodes et de ses résultats. Si notre compatriote ne partage pas les opinions de la très grande majorité de ses confrères étrangers, il eût été, en tout cas, intéressant de connaître, au moins, les raisons de ce dissentiment scientifique.

En revanche, *L'Océan, ses lois et ses problèmes* renferme un certain nombre de propositions qui étonneront autant les océanographes que les géographes, telles, par exemple, que l'extension du Gulf Stream à l'est de la Nouvelle Zemble, dans la poche formée par la mer de Kara entre l'Obi et l'Hénissei (p. 360). Non moins extraordinaire est la phrase suivante, qui dénote une méconnaissance complète du régime de courants dans l'Atlantique nord et dans l'Océan arctique : « Les bois qui couvrent les rivages de l'Islande, de Jan Mayen, de Biren Eiland, du Spitzberg, et qui rendent tant de services à ceux qui vivent dans ces contrées désolées, sont apportés en grande partie de l'Orénoque et du Mississipi par le Gulf-Stream. » Or, c'est précisément le contraire qui est la vérité. La plus grande partie des bois flottés recueillis sur ces terres sont d'origine sibérienne, et rejetés sur les îles en question par les courants polaires, tandis que les épaves amenées par le Gulf-Stream de l'Amérique, des régions tropicales et de la Norvège ne se rencontrent qu'en très petite quantité. Dans les phénomènes de transport dont l'Océan Glacial est le siège, le Gulf-Stream n'a qu'un rôle tout à fait secondaire en comparaison de celui du courant polaire, conclut M. F. Ingvarson, l'auteur de la plus récente étude sur cette question. Ce Mémoire n'a fait que confirmer les résultats auxquels étaient arrivés, voici plus de trente ans, les botanistes allemands sur l'origine sibérienne des bois flottés de l'archipel polaire européen. D'ailleurs, il suffit de jeter les yeux sur une carte des courants marins et des récentes expériences de flottage dans l'Atlantique nord et dans l'Océan arctique pour reconnaître que les bois flottés rencontrés sur les terres arctiques d'Europe ne peuvent, pour la plupart, avoir l'origine que leur attribue M. Thoulet.

Page 303, l'auteur affirme péremptoirement que les icebergs ne sont point des transporteurs de débris minéraux et que « jamais leur pureté n'a présenté trace de souillure ». Si à Terre-Neuve, où M. Thoulet a

vu des icebergs, et où ces énormes glaçons n'arrivent qu'après avoir subi des retournements et une fusion considérable, ces blocs ne portent que peu ou point de débris minéraux, c'est qu'ils les ont perdus en route. Au Groënland, la situation est différente : les icebergs provenant de certains glaciers de cette région sont chargés de matériaux, tandis que ceux issus d'autres glaciers en sont dépourvus; cela dépend uniquement des conditions topographiques du glacier producteur. Le rôle de ces blocs comme agents transporteurs ne doit donc être ni exagéré, ni trop restreint. Quant à la phrase concernant la pureté de la glace, c'est une simple formule littéraire : les icebergs, en apparence les plus blancs, renferment en abondance de fins sédiments, ainsi que l'ont prouvé des expériences très connues.

Cette discussion ne saurait être prolongée. En terminant, souhaitons que les qualités de style de l'ouvrage lui assurent prochainement une seconde édition, dans laquelle l'esprit pondéré du naturaliste documenté refrénera l'imagination du poète.

CHARLES RABOT.

En réponse aux critiques formulées par M. Rabot, l'auteur nous adresse les lignes suivantes, que nous nous empressons, fidèles à nos habitudes d'impartialité scientifique, de mettre sous les yeux de nos lecteurs :

Je répondrai très brièvement aux critiques de M. Rabot.

1. La Commission internationale de Christiania et de Copenhague n'avait aucun rôle obligé dans mon livre. D'une façon générale, les étrangers n'ont pas à se plaindre que j'aie méconnu leurs mérites océanographiques, cités continuellement par moi en exemple à la France.

2. Je n'ai pas parlé de la « salinité », qui est un point fondamental sur lequel nous sommes, la Commission internationale et moi, en complet désaccord. La discussion étant en cours et moi ayant parlé le dernier, la plus élémentaire courtoisie m'impose le silence. Cette discussion est, d'ailleurs, d'un ordre beaucoup trop technique pour trouver place dans un livre du genre de mon « Océan ». Puisque, comme cela se voit, M. Rabot ignore la question dont il parle, s'il désire se renseigner, il peut prendre connaissance des nombreux articles, notes ou mémoires que j'ai publiés à ce sujet depuis une quinzaine d'années et, en particulier, un assez long Mémoire intitulé : « Considérations générales sur la circulation océanique » et faisant partie du fascicule XXIX des « Résultats des campagnes de S. A. S. le prince de Monaco ». J'en ai fait, il y a environ deux mois, remettre un exemplaire à la *Revue*.

3. La marche du Gulf-Stream, ou plutôt de sa dérive, telle que je l'ai décrite, à travers l'Atlantique, tout le long de la côte de la Sibérie jusqu'aux îles de la Nouvelle Sibérie, puis de là vers les environs du pôle, avec fermeture du cycle par le détroit du Danemark, a servi de base à la glorieuse campagne de Nansen. C'est aujourd'hui un véritable lieu commun scientifique connu de tout le monde et pour ce motif évidemment connu de M. Rabot.

4. Les bois flottés de Jan Mayen, etc., sont une conséquence de l'existence de ce courant. M. Rabot assure que beaucoup viennent de l'est et peu de l'ouest; j'ai dit que beaucoup venaient de l'ouest et peu de l'est, mettons qu'il y en ait de l'est et de l'ouest et n'en parlons plus. Cette critique roulant sur un plus ou un moins est un enfantillage.

5. La destruction des roches par la gelée, très énergique dans les régions sub-polaires à cause des alternances de température, est relativement faible dans les régions de froid continu, où, de plus, le sol est protégé par l'épaisse couche de glace de l'inlandsis. Les glaciers qui proviennent de celle-ci sont donc très peu souillés, et à la surface seulement, par les débris rocheux. Si, par extraordinaire, ils portent de ces débris,

ils ne tardent pas à s'en débarrasser après avoir flotté pendant un certain temps et avoir culbuté par déplacement, dû à la fusion, de leur centre de gravité. Les icebergs tabulaires antarctiques pourraient en avoir plus que les icebergs arctiques parce que, incomparablement plus vastes, ils sont plus longs à se fondre et à se retourner. Je ne parle pas, bien entendu, des poussières microscopiques du genre de la cryoconite.

M. Rabot félicite mon livre d'être écrit spirituellement; je le remercie de cette bienveillance. J'ai tâché de faire de mon « Océan » un ouvrage sérieux et exact sous une forme accessible à un public non spécialiste. Si l'esprit que M. Rabot découvre dans mon livre y existe réellement, M. Rabot peut être assuré qu'il s'y trouve par surcroît.

J. THOULET.

Sargenton-Galichon (M^{me} A.). — **Sinaï-Ma'ân-Pétra** (Sur les traces d'Israël et chez les Nabatéens), avec lettre préface du Marquis de Vogüé, de l'Académie française. — 1 vol. in-12 carré de 304 pages avec nombreuses gravures. Leconte, éditeur. Paris.

Du golfe de Suez au golfe d'Aqabah, — en passant par le Sinaï, la montagne sacrée, — et de là à Jérusalem, par l'antique Pétra, la cité des *Mille et une Nuits*, rivale de Palmyre, c'est un voyage qu'il a été donné à bien peu d'entre nous d'accomplir.

Si le désert a son charme et sa séduction infinis, il a aussi ses mirages et ses dangers de tous les jours, et beaucoup, partis plein d'ardeur à la conquête des libres horizons, sont tombés sur la route, sans la pouvoir parcourir.

M^{me} Sargenton-Galichon a été plus heureuse. Elle a pris ses livres bibliques, elle a contrôlé les récits de l'Exode et du Deutéronome; elle a suivi la marche d'Israël, depuis l'heure où il fuyait devant le Pharaon, jusqu'à celle où il parvint sur le mont Nébo et entra dans la Terre promise, et elle a écrit un livre dont l'intérêt ne se dément pas un instant, et auquel l'Histoire, l'Épigraphie et l'Archéologie sont venus apporter chacune sa contribution.

Le marquis de Vogüé, dans la préface qu'il a écrite, a tenu à rendre hommage à une érudition qui offre le rare mérite de ne jamais déborder sur l'œuvre. La discrétion, l'élégance sont, en effet, les qualités propres de l'ouvrage: dans la peinture du désert et de cette « nature si calme et si belle », M^{me} Sargenton-Galichon souvent esquisse d'un trait sobre plus qu'elle ne décrit, et le lecteur se surprend, parfois, finissant en rêve le tableau qu'elle lui a laissé le plaisir d'achever.

Elle eût pu, comme tant d'autres, encombrer sa narration de textes et de citations. Nous lui savons le plus grand gré de nous avoir donné un livre vivant, pittoresque et coloré; dédaigneux de tout ornement parasite, l'ouvrage emprunte tout son charme à l'intérêt intrinsèque de ce que l'auteur a su voir et à son talent à le raconter. Ce sont ces qualités d'intelligente exploration et d'habileté littéraire que l'Académie française s'est plu à récompenser en décernant tout récemment à M^{me} Sargenton-Galichon l'un de ses prix les plus enviés.

L. O.

4° Sciences médicales

Labbé (H.), *Chef de laboratoire à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Analyse chimique du sang.** — 1 vol. in-16 de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire (Prix: 2 fr. 50). Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris. 1905.

Depuis que la Médecine est revenue à des conceptions franchement humorales, l'analyse chimique des liquides de l'organisme reprend dans les recherches médicales une importance croissante, et l'on voit les médecins se préoccuper de nouveau de questions qui, auparavant,

étaient entièrement abandonnées aux chimistes de profession.

Le petit traité d'analyse chimique du sang, publié récemment par M. Labbé, est un des nombreux témoins de cette heureuse transformation. L'auteur y décrit les méthodes employées pour la détermination de la densité, du résidu fixe, des cendres, de diverses matières minérales, de l'iode, de l'alcalinité des gaz, du sang, de l'azote total, du phosphore total, de l'oxyhémoglobine, de l'urée, de l'acide urique et des bases xanthiques, de l'acide lactique, des matières réductrices, de la glycérine, des matières grasses, etc.

On doit faire à cet ouvrage le reproche qu'il constitue une revue sommaire, un tableau d'ensemble des méthodes d'analyse du sang, plutôt qu'un véritable *vade mecum* écrit pour le laboratoire. La description des méthodes est, en effet, beaucoup trop écourtée pour que même un chercheur muni d'une bonne éducation générale de Chimie analytique, et qui s'en tiendrait aux seules indications de ce livre, puisse effectuer sans de très longs tâtonnements bon nombre d'entre les opérations décrites. Ce résultat tient à deux causes: D'une part, l'auteur a fait suivre l'exposé des procédés de dosage de chaque substance d'une étude sur les variations physiologiques et pathologiques de cette substance, ou bien il donne au début des chapitres des renseignements d'ordre purement descriptif, et qui ne sont pas, le plus souvent, indispensables au dosage, de telle sorte que près de la moitié de l'ouvrage est constituée par des renseignements étrangers aux opérations analytiques elles-mêmes. En second lieu, la description de chaque opération s'est trouvée écourtée encore par le fait que l'auteur décrit souvent pour une substance plusieurs procédés de dosage. C'est ainsi que, pour l'urée, il ne donne pas moins de huit procédés, occupant en tout onze pages seulement, ce qui est bien peu, étant donné le format très réduit de l'ouvrage. L'extraction et le dosage des gaz du sang sont décrits en une page. La diagnose des divers pigments, oxyhémoglobine, hémoglobine, hémoglobine oxycarbonée, méthémoglobine, etc., est discutée d'une manière si concise, qu'elle en devient manifestement insuffisante.

Je signalerai aussi quelques erreurs ou négligences de rédaction. Ainsi, à la page 91, l'auteur dit que l'« on précipite la sérum-globuline en saturant le sérum au moyen de sulfate de magnésie ou de sulfate d'ammonium », alors que ce dernier réactif, employé à saturation, précipite aussi la sérum-albumine. A la page 104, l'auteur définit l'« azote de rétention » en disant que c'est la somme des produits azotés qui restent dans le sang après élimination des matières coagulables, mais il ne dit pas que, parmi ces produits non coagulables, figurent les albumoses et les peptones, qui en constituent cependant une fraction très intéressante, puisqu'à la présence encore très discutée de ces corps se rattachent diverses théories sur le mode d'absorption digestive des matières protéiques¹. D'autre part, l'auteur parle des albumoses et peptones à la page 99, dans un paragraphe où il n'est pas question de l'azote de rétention, de telle sorte que le lecteur non averti ne comprendra pas que la fraction la plus intéressante de l'azote de rétention est précisément l'azote des albumoses.

Ces réserves faites, je m'empresse d'ajouter que ce petit livre est commode pour une première et sommaire initiation à la question des méthodes d'analyse chimique du sang, et qu'on y trouve, en outre, beaucoup de renseignements sur les limites quantitatives dans lesquelles se meuvent habituellement à l'état normal ou pathologique les divers matériaux du sang.

E. LAMBLING,
Professeur à la Faculté de Médecine
de l'Université de Lille.

¹ Voy. la *Revue* du 30 janvier 1905, p. 80.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 Juin 1905.

La Section de Physique présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Potier : 1° M. Pierre Curie; 2° MM. E. Bouty, D. Gernez et H. Pellat.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. Raffy détermine l'ensemble des surfaces isothermiques dont l'élément linéaire devient l'élément linéaire d'une sphère de rayon 1, quand on le multiplie par le carré de la courbure moyenne. — MM. H. Renan et W. Ebert ont déterminé la valeur de la constante d'aberration au moyen des observations de trois étoiles très voisines du pôle. Ils ont trouvé $v = 20''$, $43\frac{1}{2} \pm 0''$, 030.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. M. Brillouin montre que la méthode de M. Wien est incapable de résoudre la question de l'entraînement de l'éther par la Terre. — M. Ed. Branly décrit un nouvel appareil de distribution et de contrôle des actions produites à distance par les ondes électriques sans fil de ligne. — M. André Broca a constaté que le cuivre possède, pour les fréquences voisines de 1.000.000, un pouvoir inducteur spécifique de l'ordre de 10^{11} . Au delà de la fréquence de 3.000.000, n^2 décroît à peu près proportionnellement à τ . — M. A. Blondel a reconnu qu'avec des électrodes en charbon homogènes on peut obtenir des types extrêmes très différents d'arcs chantants, l'un continu, l'autre discontinu. — M. G. Meslin décrit un appareil de mesure des coefficients d'aimantation, constitué par l'association d'une balance de torsion et d'un électroaimant; la méthode consiste à exciter les deux bobines l'une après l'autre. — M. A. Recoura a reconnu qu'une solution très concentrée de sulfate ferrique se dédouble spontanément dans un flacon fermé en sulfate basique solide (quoique soluble) $6[\text{Fe}^2\text{O}^3 \cdot 3\text{SO}^3] \cdot \text{Fe}^2\text{O}^3$, aq. et un sulfate acide dissous (mélange de sulfate neutre et d'acide libre). — M. E. Baud a obtenu trois combinaisons du chlorure d'aluminium avec l'oxychlorure de carbone: $\text{Al}^2\text{Cl}^6 \cdot 5\text{COCl}^2$, $\text{Al}^2\text{Cl}^6 \cdot 3\text{COCl}^2$, $2\text{Al}^2\text{Cl}^6 \cdot \text{COCl}^2$. — M. L. Guillet a constaté que l'étain, le titane et le cobalt entrent en solution dans le fer et que le carbone des aciers ainsi formés est à l'état de carbure de fer. Les propriétés mécaniques de ces aciers n'en font prévoir aucune utilisation industrielle. — M. H. Giran a observé que l'anhydride persulfurique est un composé endothermique à partir de SO^2 et de O. — M. A. Mailhe, en hydrogénant les oximes par la méthode de MM. Sabatier et Senderens, a obtenu les amines primaires correspondantes. Il se forme en même temps, par une réaction accessoire, une amine secondaire et AzH^3 . — M. P. Freundler, en bromant la paraldéhyde à basse température, a obtenu de l'aldéhyde bromacétique. En présence d'un excès de brome et en élevant la température, il se forme de l'aldéhyde tétrabromobutyrique. — MM. F. Couturier et G. Vignon ont préparé de nouvelles β -cétaldéhydes par la méthode de Claisen modifiée. Leur stabilité n'est pas nécessairement liée à la forme arborescente, et l'on peut obtenir des cétaldéhydes stables de forme $\text{R} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH} : \text{CHOH}$. — M. M. François a préparé les iodomercurates et le chloriodomercurate de monométhylamine. — MM. L. Bouveault et R. Locquin, en déshydrogénant la butyriène et la capronène, ont obtenu le dibutyryle et le dicaproyle; par hydrogénation, il se forme l'octane-diol-4 : 5- α et le dodécane-diol-6 : 7- α . — M. T. Klöbb montre que l'arnistéine, extraite de l'*Arnica montana*, renferme deux fonctions alcool. — M. E. Milliau pro-

pose de déceler la présence d'huiles de graines dans le beurre de coco par l'action simultanée de la phloroglucine et de la résorcine en milieu acide, qui donne alors naissance à une coloration rouge groseille. — MM. M. Piettre et A. Vila ont constaté que l'oxyhémoglobine n'est sensible spectroscopiquement qu'aux fluorures en solution. Les cristaux nés en milieu fluoré ne possèdent pas, lorsqu'ils sont purs, la caractéristique optique du fluor. — M. G. André a étudié les variations simultanées des acides organiques chez quelques plantes grasses. — M. G. Warcollier a obtenu un cidre doux en préparant un moût de pomme aussi peu riche que possible en oxygène dissous, en pensant avec une quantité limitée de levure et en le plaçant à l'abri de l'air. Dans ces conditions, la fermentation s'arrête d'elle-même avant la disparition complète du sucre. — MM. E. Louise et F. Moutier ont reconnu que le mercure-phényle est peu toxique, relativement aux composés organo-métalliques à radicaux gras.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. J. Rehns et P. Salmon ont constaté que le radium permet de guérir des cancers cutanés véritables, mesurant jusqu'à 4 centimètres de diamètre. — M. E. Solvay poursuit l'étude du travail statique du muscle et dissocie les deux termes de la dépense énergétique : énergie de sustentation et travail d'élevation durant la phase de démarrage. — M. C. Phisalix a reconnu qu'au moment de l'ovogenèse chez la vipère les principes actifs du venin s'accumulent dans les ovules. Il est probable que le venin intervient dans le développement de l'œuf. — MM. L. Camus et E. Gley ont observé que les globules rouges de la Marmotte sont très résistants à l'action hémolytique du sérum d'anguille. — M. L. Semichon a constaté que, chez les Mellifères solitaires, les cellules à urates apparaissent de bonne heure, comme chez les Hyménoptères carnassiers. La formation et l'accroissement des dépôts d'urates ont lieu surtout durant la vie active larvaire. — M. L. Vaillant montre que l'*Alabes* de Cuvier est un poisson chorignathe horistorachidien, dont les affinités sont plutôt avec la famille des *Bleniidae* de la sous-classe des *Acanthopterygii*. — MM. L. Gentil et A. Boistel ont découvert un gisement plicocène remarquable à Tétouan (Maroc). La faune, essentiellement marine, est très riche. — M. L. Cayeux a reconnu l'existence d'une faune saumâtre dans les sables de l'argile plastique d'Issy (Seine). Les formes dominantes sont des Lamellibranches (Cyrènes). — M. M. Boule montre que les éolithes, silex considérés comme ayant subi une retouche par l'homme préhistorique, ne sont en réalité que des pierres ayant subi les actions dynamiques d'un cours d'eau torrentiel. — MM. Capitan, Breuil et Peyrony décrivent des figurations du lion et de l'ours des cavernes et du *Rhinoceros tichorhinus* sur les parois de diverses grottes par l'homme de l'époque du renne.

Séance du 3 Juillet 1905.

M. P. Curie est élu membre de l'Académie dans la Section de Physique.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Em. Picard communique ses recherches sur une inégalité relative à la connexion linéaire et sur le calcul du genre numérique d'une surface algébrique. — M. J. Boussinesq étudie la propagation des ondes le long d'une colonne liquide compressible, se composant de filets à vitesses inégales et remplissant un tuyau élastique horizontal, sans tension longitudinale.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. André Broca conclut de

ses recherches que l'hypothèse de l'existence d'un pouvoir inducteur spécifique considérable pour les métaux n'est pas plus en contradiction avec l'optique des métaux que l'hypothèse de Planck que ce pouvoir inducteur est nul. — **M. G. Contremoulins** présente un appareil composé : 1° d'un métroradioscope, mesurant la pénétration moyenne et la quantité de rayons X émis par décharge; 2° d'un radiophotomètre, qui est un totaliseur photographique. — **MM. L. Houllé** et **H. Passa** ont constaté que le fer ionoplastique paraît avoir sensiblement le même pouvoir maximum rotatoire que le fer obtenu par électrolyse; mais il n'atteint pas ce maximum aussi vite. — **M. F. Monpillard** indique une méthode pour établir des écrans colorés destinés à isoler certains groupes de radiations spéciales. Un poids donné de matière colorante est dilué dans un volume déterminé de solution aqueuse de gélatine; sur une même surface, on étend un même volume de cette solution colorée et le même poids de matière colorante s'y trouve réparti. — **MM. Ph.-A. Guye** et **Al. Pintza** ont déterminé les densités de l'ammoniac, de l'anhydride carbonique et du protoxyde d'azote gazeux. Ils ont trouvé : $CO^2 = 1,9768$; $AzH^3 = 0,7708$; $Az^2O = 1,9774$. La valeur qu'on déduit pour le poids atomique de l'azote est 14,007. — **M. C. Matignon** a effectué de nombreuses mesures thermochimiques sur les composés du néodyme. Ce métal vient se placer au point de vue de son affinité chimique entre les alcalino-terreux et le magnésium. — **M. L. Guillet** a constaté que l'Al n'a pas d'action importante sur les propriétés mécaniques des aciers au-dessous de 2 %; jusqu'à 15 %, il entre en solution dans le fer, et la perlite prend une forme granulaire; dans les aciers à plus haute teneur en Al, on rencontre de la martensite libre. — **M. Ch. Frémont** a constaté que le fer et l'acier employés à la fabrication des rivets se sont améliorés après que ceux-ci ont été posés à chaud. La fragilité n'a pas augmenté. — **M. A. Colani** a préparé un certain nombre de combinaisons binaires des métaux par aluminothermie; malheureusement, les produits obtenus sont, en général, souillés d'un peu d'Al et parfois de fer. — **M. P. Chrétien** a préparé des combinaisons d'acides ferrocyanhydrique et sulfurique $Fe(CAz)^6H^4.7H^2SO^4$ et $Fe(CAz)^6H^4.5H^2SO^4$, dérivant d'un ferrocyanure de sulfure $Fe(CAz)^6H^2SO^2$, qui est oxydé en $Fe(CAz)^6SO^2$. Celui-ci est décomposé par l'eau avec formation d'oxyferrocyanures $Fe(CAz)^6H^2OH$. — **MM. E.-E. Blaise** et **A. Courtot** : Sur les acides aldéhydes γ (voir p. 539). — **M. R. Lespieau**, en fixant deux oxydrides, par le permanganate de Ba, sur la lactone non saturée dérivant de l'acide butyrique β -dichloré, a obtenu la lactone de l'acide érythrique, F. 91°. — **M. V. Grignard** décrit une nouvelle méthode de synthèse des alcools mono et polyatomiques par action des combinaisons organo-magnésiennes mixtes $RMgX$ sur les dérivés halogénés d'alcools. — **M. Ch. Schmitt**, en condensant les éthers mésoxaliques avec les amines phénoliques, a obtenu des composés contenant toujours 1 molécule des premiers pour 2 des seconds. — **M. A. Haller**, en faisant réagir l'iodacétate ou le β -iodopropionate de méthyle sur le camphre-carbonate de méthyle en présence de Na, a obtenu, par saponification des produits formés, les acides camphroacétique, F. 173° ($[x]_D = +70^{\circ}42'$), et camphro- β -propionique, F. 52°-53° ($[x]_D = +45^{\circ}33'$). — **MM. P. Sabatier** et **A. Mailhe**, en faisant réagir CH^3MgI sur les trois méthylcyclohexanones, ont obtenu les trois diméthylcyclohexanols tertiaires correspondants: diméthyl-1:2-cyclohexanol-1, Eb. 166°; diméthyl-1:3-cyclohexanol-1, Eb. 169°; diméthyl-1:4-cyclohexanol-1, Eb. 170°. — **M. H. Leroux** a préparé divers dérivés du décahydronaphtol- β : décahydronaphtylcétone, Eb. 116° sous 15 millimètres; décahydronaphtylamine- β , Eb. 412° sous 15 millimètres. — **MM. Ch. Moureu** et **A. Valeur**, en faisant réagir l'iodeure d'éthyle sur la spartéine, ont obtenu de l'iodhydrate de spartéine et, à l'état libre ou unis à HI, deux iodoéthylates isomères. — **M. L. Guignard** a observé que le Sureau noir (*Sambucus nigra*)

renferme un glucoside cyanogénétique dédoublable par une enzyme, analogue à l'émulsine, et contenue également dans la plante. Le glucoside se forme et offre son maximum dans la feuille. — **MM. Em. Bourquelot** et **Em. Danjou** ont fait simultanément la même découverte que **M. Guignard**. Le glucoside du sureau se dédouble, sous l'influence de l'émulsine, en glucose, HCAz et une aldéhyde. Un kilogramme de feuilles fraîches donne jusqu'à 126 milligrammes d'HCAz. — **MM. L. Lindet** et **L. Ammann** ont reconnu que la difficulté d'extraction du gluten des farines bisées provient de la prédominance de la gluténine, de l'excès d'acidité, de la présence d'une gomme et de débris celluloseux irréguliers. Ces mêmes causes expliquent pourquoi la pâte faite avec ces farines lève mal. — **M. Ch. Porcher** a reconnu que le lactose de la mamelle ne saurait provenir de l'union du glucose d'origine sanguine et du galactose d'origine alimentaire.

3° SCIENCES NATURELLES. — **MM. A. Charrin** et **Le Play** ont inoculé des lapins avec des cultures de bacille subtil pures ou additionnées de papaine. Les organes des lapins contaminés par les agents chargés de principe diastatique sont les plus altérés. — **M. L. Fages** a reconnu que, chez les Lycoridiens, excepté le *Platynereis*, la néphridie ne subit aucune modification, ni dans sa forme, ni dans sa structure, au moment de l'épitoquie. — **M. H. Coutière** montre que, chez les Crustacés eucyphotes, les épipodites des pattes thoraciques représentent un organe branchial rudimentaire. — **M. L. Ravaz** a reconnu que les nombreux cas de dépérissement présentés cette année par les vignes de la Tunisie, de l'Algérie et du Midi de la France sont dus uniquement à la surfructification, qui a été générale en 1904. — **M. R. Nicklès** annonce la découverte d'une couche de houille de 2^m,63 dans le sondage d'Abaucourt (Meurthe-et-Moselle), à une profondeur de 896 mètres. Cette houille est très analogue aux houilles à gaz de Saarbruck. — **M. R. Zeiller**, par l'étude de la flore du gisement précédent, le range dans le Westphalien supérieur. — **M. R. Douvillé** a reconnu, dans les Préalpes subalpines des environs de Jaen, une première zone ou le Crétacé supérieur forme une nappe reposant sur le Trias et le Miocène, une deuxième zone où les terrains secondaires dessinent un anticlinal couché vers le nord, enfin une dernière formée par le Jurassique chevauchant en certains points sur la couche centrale. — **M. G. M. Murgoci** présente ses recherches sur la tectonique des Carpathes méridionales.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 27 Juin 1905.

M. Routier communique une observation d'anévrysme de l'artère tibiale postérieure survenu au cours d'un rhumatisme articulaire subaigu. — **M. Garrigue** lit une note sur l'emploi des sels formiques en thérapeutique. — **M. F. Lagrange** donne lecture d'un travail relatif à la blépharoplastie par la méthode italienne modifiée.

Séance du 4 Juillet 1905.

M. le Président annonce le décès de **M. R. du Castel**, membre de l'Académie.

M. Sevestre présente le Rapport sur le concours pour le prix Daudet. — **M. A. Chantemesse** a étudié la marche du choléra pendant l'année 1904; au début de 1905, il hivernait dans la Transcaspié, à Merv; dans la Transcaucasie, à Tiflis, Bakou et Batoum; dans l'Anatolie, à Van; sur les bords du Volga, à Astrakan, Saratow et Samara. Par conséquent, l'Europe est menacée d'une invasion cholérique par plusieurs routes, qui, toutes, ont déjà été parcourues à des époques plus ou moins éloignées par des épidémies de choléra: route du Volga, route de la mer Noire et Odessa, bouches du Danube ou Constantinople. — **M. V. Galippe** a étudié l'hérédité des stigmates de dégénérescence chez les familles souveraines. L'un des plus remarquables, c'est

le prognathisme inférieur et le développement exagéré de la lèvre inférieure, qui caractérisent la grande majorité des membres de la maison des Habsbourg. — **MM. G. Poupinel et J. Camescasse** lisent un travail sur la lutte antiphtérique au village.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 24 Juin 1905.

M. F. Curtis décrit deux méthodes de coloration élective du tissu conjonctif, l'une au micro-ponceau, l'autre au micro-bleu. — **M. Em. Retterer** montre que l'épithélium fournit, par prolifération, les éléments d'édification dans le développement des organes génito-urinaires externes. — **MM. G. Proca et V. Vasilescu** ont coloré le *Spirochaete pallida* en 10-15 minutes par le bain colorant recommandé par Gino de Rossi pour la coloration des cils. — **MM. C. Nicolle et C. Comte** estiment, contrairement à **MM. Laveran et Nègre**; que l'ixode *Hyaloma aegyptium* ne joue aucun rôle dans l'infection hémogrégariniennne de la tortue d'Afrique. — **M. Moynier de Villepoix** a constaté que l'ablation de la rate chez l'homme a été suivie d'hyperleucocytose très prononcée et que l'éosinophilie se manifeste dès le deuxième mois. — **M. A. Billard** a observé que l'eau en mouvement a pour effet de provoquer la formation de rameaux stoloniques sur des colonies d'*Obelia dichotoma* soumises à son action; l'effet continue à se produire alors que la cause a cessé d'agir. — Le même auteur a constaté que, en ce qui concerne la régénération, le *Tubularia indivisa* ne forme qu'exceptionnellement un hydranthe à l'extrémité proximale, qui pousse le plus souvent un stolon. — **M. L. Garrigue** a reconnu que les doses élevées de formiate donnent des résultats diamétralement opposés aux doses faibles, et cela d'une façon constante chez tous. — **M. P. Remlinger** montre qu'il y aurait dorénavant grand avantage, dans la pratique, à séparer complètement les bougies destinées à retenir les micro-organismes (filtration proprement dite) de celles qui doivent servir à des expériences sur les organismes ultra-microscopiques. — **M. H. Iscovesco** n'a trouvé de catalase que dans le foie et dans le placenta. Il a reconnu, d'autre part, que la vitesse de décomposition de l'eau oxygénée par la catalase hépatique diminue avec le temps, mais non asymptotiquement. — **M. M. Loeper** a constaté que les solutions purgatives concentrées parviennent dans l'estomac à l'état de solutions mixtes voisines de l'isotonie et faites à la fois de chlorure de sodium et de la substance cristalloïde ingérée. Ces solutions agissent surtout par leur influence spécifique sur le fonctionnement des cellules de la muqueuse intestinale. — **M. H. Busquet** a étudié le phénomène observé par **M. Bloch** au moyen du sphygmomètre sous-unguéal et qui consiste dans une ombre se déplaçant de la matrice de l'ongle vers son bord libre à chaque systole cardiaque. C'est un phénomène de locomotion sanguine. — **M. A. Lécaillon** confirme le fait que les araignées peuvent rester pendant de longues périodes sans prendre de nourriture. La vie est alors entretenue par les réserves nutritives d'origine vitelline ou autre. — **MM. A. Jousset et P. Paraskevopoulos** ont étudié les diverses méthodes de séro-diagnostic de la tuberculose et recommandent celle de **Wright** pour sa plus grande maniabilité, la constance et la netteté de ses résultats et la suppression de l'équation personnelle. — **MM. A. Gilbert et P. Lereboullet** ont déterminé la teneur en bilirubine du sang dans les cirrhoses biliaires; elle est en moyenne de 33 centigrammes par litre de sérum. — **M. M. Cordier** a étudié le saut chez les quadrupèdes au moyen des pistes qu'ils laissent sur la neige. — **MM. P. Carnot et A. Chassevant** ont constaté que les solutions de glucose subissent, dans le tube digestif, comme les solutions salines, des transformations qui tendent à les amener à une concentration isotonique à celle des humeurs de l'organisme. — **MM. P. Carnot et P. Amet** ont observé une différence d'équilibration moléculaire

des solutions salines introduites dans l'intestin suivant leur nature chimique.

Séance du 1^{er} Juillet 1905.

M. C. Foa a reconnu, par la méthode électrométrique, que la plus grande partie de l'HCl du suc gastrique se trouve à l'état libre; une partie extrêmement petite est liée à la pepsine. — **MM. Ambard et C. Foa** ont étudié les modifications de l'acidité d'un mélange suc gastrique-albumine au cours de la digestion; l'albumine ne fixe pas d'HCl. Quand on neutralise par la soude, l'albumine n'en fixe pas non plus; mais la peptone fixe à la fois de la soude et de l'acide. — **M. P. Salmon** a constaté que le virus syphilitique, introduit dans la couche épidermique par effraction, n'évolue pas à ce niveau; il se développe dans la couche celluleuse sous-papillaire. — **M. Ch. Féré** montre que le bâillement est accompagné d'une dépression corrélative de l'activité volontaire. — Le même auteur admet que la douleur est liée indissolublement à la fatigue et que la fatigue est une condition de la douleur. — **M. C. Phisalix**: Sur la présence du venin dans les œufs de vipère (voir p. 637). — Le même auteur a constaté que le changement de coloration des larves de cafard, qui se produit au moment de l'éclosion, est dû à l'action de la tyrosinase sur la tyrosine. — **MM. Em. Bourquelot et Em. Danjou**: Sur la présence d'un glucoside cyanhydrique dans les feuilles de sureau (v. p. 638). — **M. G. Seillère** a reconnu la présence, chez divers Mollusques Gastéropodes, de la xylanase, diastase hydrolysant le xylane. — **M. Ed. Retterer** a observé qu'aux endroits où le cloaque et le sinus urogénital se sont cloisonnés, où les replis périnéaux et péniens se sont soudés, il persiste un épaississement épithélial superficiel (plaque ou raphé épithélial). Les cellules de ce raphé se transforment en derme fibro-élastique épais. — **M. L. Garrigue** pense que l'action des formiates sur l'organisme s'explique par le fait qu'ils augmentent la tension de l'albumine et provoquent un accroissement d'élimination: — **MM. P. Viger et M. Pacaut** ont découvert la présence de cellules à ferment dans les glandes salivaires d'*Helix pomatia*. — **M. M. Pacaut** a constaté que le produit de la sécrétion des glandes salivaires de l'escargot contient en quantité notable de la xylanase et un ferment amylolytique. — **M. Neveu-Lemaire** a trouvé, vivant en parasite sur des poissons du genre *Orestias*, un nouvel Acanthocéphale (*Echinorhynchus Orestiae*). — Le même auteur a découvert, parmi les Culicides rapportés de l'Afrique centrale par la Mission du Bourg de Bozas, un nouveau moustique (*Nyssorhynchus Bozasi*), appartenant à la sous-famille des *Anophelinae*. — **M. A. Lécaillon** montre que l'habitude qu'ont les femelles de certaines araignées de porter leur cocon ovigère avec leurs chélicères vient de ce fait que les mêmes araignées enveloppent de soie leurs proies. — **MM. A. Gilbert et P. Lereboullet** ont déterminé la teneur en bilirubine du sérum sanguin dans l'ictère simple du nouveau-né: elle varie de 1/500 à 1/2100 (moyenne 1/1000). — **MM. A. Gilbert et J. Jomier** ont observé la présence de gros blocs graisseux coalescents dans les capillaires sanguins du poumon normal. — **MM. P. Emile-Weil et A. Clerc** signalent un cas de leucémie myélogène chez le chien; la prolifération cellulaire y diffère dans le sang et dans les organes hématopoïétiques. — **M. H. Iscovesco** a reconnu que le pancréas ne contient pas de catalase, mais qu'il active la catalase hépatique. L'arsenic colloïdal ralentit et diminue d'une façon importante l'action de la catalase hépatique. — **M. E. Maurel** montre que des mouvements fébriles très nets peuvent évoluer dans l'espace d'une nuit, pendant le sommeil, et rester méconnus. — **M. F. Dévé** a observé une éosinophilie locale très accentuée dans plusieurs cas d'échinococcose hydatique humaine et animale. — **M. C. Foa** a constaté, par la méthode électrométrique, que le lait et l'humeur aqueuse sont deux liquides très près de la neutralité. — **M. Léopold-**

Lévi montre que le syndrome myotonique est fonction, soit d'hypergenèse sarcoplasmique, soit d'exaltation de la fonction sarcoplasmique. — M. G. Froin a étudié la cytolysse dans les sécrésions humaines pathologiques. — MM. R. Lépine et Boulud ont constaté l'existence d'oxyde de carbone dans le sang des anémiques. — M. L. Rodríguez recommande l'emploi de la pomme de terre violette comme milieu de culture; elle permet, en effet, de différencier aisément le bacille d'Escherich, le bacille d'Eberth et les bacilles dysentériques. — M. P. Wintrebert a étudié la sensibilité primitive chez les Batraciens; elle précède l'établissement de la sensibilité nerveuse. — Le même auteur a démontré que le pouvoir de contractilité existe dans les myotomes avant leur liaison nerveuse réflexe. — MM. E. Brumpt et R. Wurtz montrent qu'il peut y avoir indication à instituer, chez l'homme atteint de trypanosomiase, le traitement au trypanroth et à l'acide arsénieux, dans les cas où le virus serait démontré faible et curable chez les singes; dans le cas contraire, il sera contre-indiqué. — M. et M^{me} L. Lapique critiquent les travaux de M. Cluzet relatifs à la loi d'excitation électrique en fonction de la durée utile des décharges des condensateurs. — MM. P. Carnot et P. Amet ont constaté que des lymphagocues, absorbés en même temps que des solutions salines, provoquent une exsudation intestinale surabondante pour les solutions hypertoniques, et une absorption moindre pour les solutions iso ou hypotoniques. — M. Ch. Dopter a reconnu que le sérum d'animaux vaccinés contre le bacille dysentérique d'un type déterminé contient des précipitines spécifiques pour le bacille qui a servi à l'immunisation. — M. P. Remlinger signale un cas de rage consécutif à une morsure de souris, à longue incubation et terminaison fatale.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 20 Juin 1905.

MM. P. Simon et L. Spillmann ont observé de l'éosinophilie chez l'homme à la suite de la splénectomie, dans un délai de quatre mois. — MM. G. Etienne et Joyeux signalent un cas de septicémie colibacillaire avec phases d'hyperthermie et d'hypothermie. — M. M. Perrin a observé une diminution du volume de la rate vingt-quatre heures après les hémorragies chez une cirrhotique présentant des hématuries; la rate reprenait ses dimensions primitives le lendemain ou le surlendemain. — M. L. Sencert signale un cas de réanimation définitive du cœur par le massage sous-diaphragmatique dans un cas de mort apparente par le chloroforme. — M. A. Weber a étudié l'évolution de la région ptérygoïde chez l'homme. — MM. L. Richon et P. Jeandelize ont constaté que, morphologiquement, les effets de la thyroïdectomie sur les os longs des membres sont inverses de ceux de la castration. En général, chez le lapin adulte, castré dans le jeune âge, la tête osseuse subit un allongement portant en particulier sur les os de la face. Chez le lapin adulte, thyroïdectomisé dans le jeune âge, on remarque, au contraire, un raccourcissement de la tête.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 20 Juin 1905.

M. Oddo a reconnu que, chez le convalescent, un exercice modéré, un effort peu prolongé, suffisent à produire un fort abaissement de la tension artérielle. — M. Boinet explique les anomalies lobaires du poumon humain, soit par défaut de développement (poumon droit à deux lobes), soit par persistance des bronches épartérielles (poumon gauche à trois lobes), soit par scissure postérieure (poumon droit à quatre lobes). — M. C. Gauthier a observé chez le rat une affection pulmonaire qui paraît être une chytriomycose. — MM. A. Briot et F. van Gaver montrent que, depuis la suppression de l'arrivée des eaux d'égout dans le Vieux

Port de Marseille, la vie marine, qui se cantonnait dans la région antérieure de ce bassin, s'est étendue peu à peu jusqu'au fond; à peu près tous les groupes d'Invertébrés y sont maintenant représentés. — M. Boy-Tessier a constaté que la durée de l'effet hypertensif d'une solution ordinaire d'adrénaline varie entre cinq et neuf heures. — M. Alezaïs présente une nouvelle pince porte-lames.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 Juin 1905.

M. L. Benoist, en préparant une Note récente sur les mesures dans les applications médicales de l'électricité statique, signale l'intérêt qu'il y aurait à donner un nom à l'unité C.G.S. électrostatique de quantité d'électricité. Il propose de choisir pour cette unité le nom de Franklin, dénomination qui paraît d'autant mieux justifiée que l'emploi médical de l'électricité statique a déjà reçu le nom de *franklinisation*. — M. G. Lippmann : *Photographies en couleurs du spectre négatives par transmission*. On sait que l'on obtient la reproduction photographique des couleurs en employant une couche sensible de nature quelconque, pourvu qu'elle soit transparente, et adossée, pendant la pose, à un miroir de mercure. Les couleurs du modèle sont visibles par réflexion après développement de la plaque. La nature de la couche sensible est d'ailleurs indifférente : on obtient des couleurs soit avec des couches de gélatinobromure d'argent, soit avec des couches de gélatine ou d'albumine, ou de cellulose bichromatée. Quand la couche sensible est formée d'une pellicule bichromatée, on la fixe par un simple lavage à l'eau; les couleurs apparaissent en même temps, visibles tant que la couche est humide. Elles disparaissent par dessiccation et reparaissent chaque fois que l'on rend de l'humidité à la plaque⁴. Ce phénomène tient sans doute à l'action exercée par la lumière sur les propriétés hygrométriques de la pellicule. La substance bichromatée devient moins gonflable par l'eau, partout où l'action lumineuse a été plus forte, c'est-à-dire dans les maxima d'interférence. L'humidité rend la plaque hétérogène au point de vue physique et optique, en se répartissant dans sa masse suivant une loi périodique. L'auteur s'est demandé si l'on ne pouvait pas remplacer, dans cette expérience, l'eau, qui s'évapore, par une matière solide et fixe. Il a imbibé la plaque, non plus d'eau pure, mais d'une dissolution aqueuse d'iode de potassium; après séchage, les couleurs subsistent encore, mais faiblement visibles; l'iode de potassium est donc demeuré dans la plaque en se partageant inégalement entre les maxima et les minima d'interférence. Vient-on à verser sur les couches ainsi chargées d'iode de potassium à l'état sec une dissolution de nitrate d'argent à 20 %, les couleurs deviennent extrêmement brillantes : on peut ensuite laver la plaque et la faire sécher; les couleurs subsistent après séchage avec tout leur éclat. Il s'est sans doute formé de l'iode d'argent, qui demeure inégalement réparti dans l'épaisseur de la pellicule. Mais celle-ci demeure transparente et l'iode est dissimulé à l'état de solution dans la couche solide; il n'en produit pas moins un renforcement des couleurs, qui subsistera après le séchage. En outre, on constate, sur les épreuves présentées à la Société, que les couleurs vues par transparence sont changées en leurs complémentaires, et que les négatifs ainsi obtenus sont brillants. Si l'on arrivait quelque jour à obtenir le même résultat en partant, non plus de couches bichromatées, qui sont peu sensibles et peu isochromatiques, mais de pellicules au gélatinobromure, on pourrait multiplier les épreuves en couleurs par tirage au châssis-presse, comme dans le cas de la photographie ordinaire. —

⁴ Dans le cas de la gélatine, qui se gonfle fortement, il ne faut pas remouiller complètement la plaque, mais l'humecter avec l'haleine, ou mieux la passer à l'alcool.

M. Cotton projette les couleurs par transmission d'une photographie du spectre, faite sur plaque aux sels d'argent traitée par le chlorure mercurique, que M. Izarn lui avait donnée en 1894. Cette épreuve a conservé, depuis cette époque, à la fois ses très belles couleurs par réflexion, et des teintes par transmission moins brillantes que celles que M. Lippmann obtient par son procédé à la gélatine bichromatée et iodurée, mais bien visibles cependant. M. Cotton indique à ce sujet que, lorsqu'on regarde, à travers un analyseur, une telle épreuve placée obliquement, les couleurs s'avivent lorsque l'analyseur est orienté de façon à favoriser les rayons subissant des réflexions successives dans l'intérieur de la pellicule. L'emploi d'un analyseur a permis de voir les teintes par transmission prévues par la théorie de M. Lippmann dans des épreuves où on ne les apercevait pas autrement. — M. G. Dorléans : *Sur quelques particularités de l'osmose des solutions aqueuses*. Un support de burette de Mohr sert de soutien à un tube en cristal de 1 centimètre carré de section. C'est dans ce tube, fermé par une membrane, que l'on introduit la solution à étudier. La partie inférieure du tube, fermée par la membrane, est immergée dans l'eau distillée. Des prises d'essai étant faites au bout d'un certain temps, on analyse les liquides, et l'on peut se rendre compte des mouvements qui ont eu lieu à travers la membrane. Ce dispositif permet la détermination du coefficient de passage, que l'auteur définit de la façon suivante : la quantité de substance, exprimée en grammes, qui passe pendant l'unité de temps à travers une membrane ayant une surface égale à l'unité, à une température et pour une membrane, une concentration de la solution et une hauteur du liquide au-dessus du système données. Le tableau ci-dessous résume une série d'expériences sur des solutions de chlorure de sodium avec une membrane en baudruche. Chaque expérience durait deux mille secondes et la hauteur du liquide au-dessus du septum était toujours de 10 centimètres.

TITRE de la solution	TEMPÉRATURE ambiante	COEFFICIENT de passage	SOLUTION correspondante
Saturée. . .	9°5	0,000058	13,92 %
160 % . . .	14	0,000044	9,36
80	12	0,000022	4,68
40	16	0,000011	2,34
20	19	0,000005	1,17
10	10	0,000002328	0,468
5	10	0,000001274	0,257
2,5	10	0,000000590	0,117

La dernière colonne, intitulée : *Solution correspondante*, donne le titre de la solution de chlorure de sodium qui correspond à la quantité de chlore trouvée pour le contenu de la cuvette à la fin de l'expérience. L'étude comparée de la conductibilité électrique de cette solution et de celle du liquide résultant de l'expérience pourra présenter un certain intérêt au point de vue du passage des ions de la solution étudiée. M. G. Dorléans se propose, dans une prochaine Communication, de revenir sur ce point, ainsi que sur les rapports entre la quantité d'eau qui pénètre dans le tube à osmose et l'ionisation de la solution étudiée, les variations du coefficient de passage en fonction de la concentration de la solution et de son ionisation, etc.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 6 Avril (suite).

M. W. Heape présente ses recherches sur l'ovulation et la dégénérescence des œufs chez le lapin. La maturation de l'œuf a lieu dans l'ovaire. Elle dépend du coït et succède à la cessation de la nutrition de l'œuf. L'ovulation a lieu dix heures après la copulation et ne se produit pas si le coït est empêché. La cause de la rupture des vésicules de Graaf est probablement due à la stimulation du tissu contractile ovarien, pour laquelle, chez le lapin domestique, l'excitation du contact sexuel

paraît nécessaire. L'empêchement du coït provoque la dégénérescence des follicules mûrs et la production de faux corps jaunes. Les follicules ainsi dégénérés ne se rompent plus et l'œuf qu'ils contiennent n'est pas déchargé. L'empêchement persistant de la reproduction produit la dégénérescence des follicules jeunes aussi bien que des mûrs sur une grande échelle et provoque une stérilité plus ou moins obstinée. La dégénérescence des follicules jeunes a lieu normalement; elle peut être due à un défaut de nourriture, causé par la compétition des follicules voisins, ou encore à une incapacité d'assimiler la nourriture fournie.

Séance du 13 Avril 1905.

M. S. G. Burrard donne les résultats des récentes recherches sur l'intensité et la direction de la force de la pesanteur aux Indes. Ces recherches ont été entreprises pour vérifier les observations faites par Basevi et Heaviside, de 1865 à 1873, avec des pendules à secondes de la Société Royale. Le résultat général, c'est que les valeurs de Basevi sont toujours trop faibles, parce que celui-ci s'était servi pour le pendule d'un support en bois; mais les écarts ne sont pas constants, parce que la flexion du support en bois dépendait probablement de la température et de l'humidité. Sur tous les méridiens himalayens, on a trouvé que la direction de la gravité suit une loi générale: au voisinage du tropique, lorsqu'on se dirige vers le nord, sa direction change du nord au sud; sur la vallée du Gange, elle continue à être déviée vers le sud pendant quelques centaines de milles; puis elle dévie vers le nord lorsque l'Himalaya est en vue. — M. J. A. Harker : *Sur un nouveau type de four électrique avec une nouvelle détermination du point de fusion du platine*. La première partie du Mémoire donne la description d'un nouveau type de four électrique permettant d'atteindre, en l'absence de gaz nocifs, des températures s'élevant de 800° à 2.200° C. Le conducteur qui porte le courant électrique est formé d'un tube d'électrolytes solides, d'une composition identique au filament d'une lampe Nernst. Le caractère essentiel de ce four est que, dans beaucoup de cas, l'utilité et la durée d'un four construit de telle sorte peuvent être considérablement augmentées en adoptant un système de chauffage en cascade. Autrement dit, l'énergie fournie peut être divisée de telle sorte que l'on fait passer seulement dans le conducteur tubulaire la quantité suffisante pour élever sa propre température, par exemple à 1000° C. au-dessus de son entourage, l'entourage lui-même étant maintenu à 1000° C., ce qui permet ainsi d'atteindre dans le tube une température de 2000° C. sans le forcer. La régularisation de la température dans beaucoup de fours de ce type peut se faire d'une façon si parfaite qu'il est possible d'obtenir des points de fusion très bien définis avec de très petites quantités de substance. La seconde partie du Mémoire traite d'une nouvelle détermination du point de fusion du platine dans ces fours par la méthode thermo-électrique, la plus haute valeur trouvée étant 1713° C., la plus basse 1702° C., et le résultat moyen des expériences 1710° C. ± 5° C.

Séance du 11 Mai 1905.

La Société procède à l'élection annuelle de 15 membres nouveaux. Sont élus : MM. J. G. Adams, W. A. Bone, J. E. Campbell, W. H. Dines, A. M. Field, M. O. Forster, E. S. Goodrich, F. G. Hopkins, G. W. Lamplugh, E. W. Macbride, P. W. Oliver, D. Prain, G. F. C. Searle, R. J. Strutt et E. T. Whittaker.

MM. A. D. Hall et N. H. J. Miller : *L'effet de la croissance des plantes et des engrais sur le sol; la rétention des bases par le sol*. Les recherches ont eu d'abord pour objet les variations dans la quantité de carbonate de calcium, la seule substance basique vraiment utile ou profitable pour les sols, dans les champs d'expérience de Rothamsted. Dans quatre de ces champs qui n'avaient pas eu d'engrais durant un temps prolongé, la perte de carbonate de calcium s'élève à envi-

ron 1.000 livres par acre et par an. Cette perte est beaucoup plus élevée pour quelques champs fumés; l'emploi du sulfate et du chlorure d'ammoniaque comme sources d'azote cause une augmentation de perte de carbonate de calcium qui est équivalente à la quantité nécessaire pour neutraliser l'acide des sels employés. Lorsqu'on emploie le nitrate de soude comme engrais, la perte de carbonate de calcium est plus faible que dans les champs non fumés. Le fumier a un effet identique de conservation du carbonate de calcium dans le sol. Les faits prouvent aussi que beaucoup de sols qui sont très pauvres en carbone de calcium conservent leur fertilité non diminuée durant un grand nombre d'années et même ne présentent aucun abaissement dans la faible quantité de base qu'ils contiennent, quoique la nitrification se poursuive et nécessite une fourniture de base par le sol. L'auteur montre, d'après des expériences avec des cultures aquatiques et d'après une considération des analyses des récoltes des champs, que la plante à l'état de croissance retire plus d'acide que de base des sels neutres dissous dans l'eau du sol, abandonnant un résidu basique sous forme de bicarbonate. L'oxalate de chaux et d'autres sels organiques des résidus de plantes sont convertis par l'action bactérienne du sol en carbonate de chaux. Ces deux facteurs redonnent les bases au sol en quantité approximativement équivalente à leur perte par la nitrification, et maintiennent ainsi une réaction neutre dans la terre.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 1^{er} Juin 1905.

MM. F.-B. Power et M. Barrowcliff ont extrait de l'*Hydnocarpus Wightiana* et de l'*H. anthelmintica* deux huiles de même nature, ressemblant beaucoup à l'huile de chaulmoogra et consistant principalement en éthers glycériques de l'acide chaulmoogrique et d'un homologue inférieur de la même série, $C^{12}H^{20}O^2$, qui a été nommé acide hydnocarpique, F. 60°, $[\alpha]_D^{20} = +68^\circ$. — Les mêmes auteurs ont extrait des graines de *Gynocardia odorata* une huile consistant en éthers glycéryliques des acides linolique, palmitique, linoléique et isolinolénique, oléique, plus un glucoside cyanogénique et une enzyme. — M. A.-E.-H. Tutton a étudié les sulfates et les sélénates doubles d'Am et Mg et d'Am et Zn. Au point de vue du volume et de la réfraction moléculaires, ils se comportent comme les sels doubles de Rb. Pour les autres propriétés, ils se placent entre les sels de Rb et de Cs. — MM. M.-O. Forster et H.-E. Fierz ont préparé la camphorylazoimide, F. 67°, en précipitant la camphoryl- ψ -semicarbazide par le nitrite de sodium. — MM. G.-T. Morgan et W.-O. Wootton poursuivent leurs recherches sur l'influence de la substitution sur la formation des diazoamines et des composés aminoazoïques. Chez les métadiamines primaires disubstituées symétriquement, la présence d'un groupe nitré dans le noyau accroît beaucoup le rendement en azoïque. — M. G.-T. Morgan et M^{lle} F.-M.-G. Micklethwait, en traitant par l'acide nitreux des β -diamines aromatiques monoacylées, ont obtenu des diazo-imides. — MM. H.-E. Armstrong et W. Robertson étudient les rapports des propriétés optiques avec la structure, en particulier chez la camphoquinone, les hydrazones et les oximes. Leur conclusion est qu'il n'existe aucune preuve en faveur de l'hypothèse Hantzsch-Werner de l'isomérisme des composés azotés. — M. W. Robertson a appliqué aux hydrazones sa méthode de détermination de la variation de solubilité avec le temps comme moyen de déterminer les proportions de substances isodynamiques en solution. Dans le mélange en équilibre des phénylhydrazones de la camphoquinone, le rapport est de 9 à 1. — M. T.-M. Lowry décrit de nouveaux régulateurs à gaz pour thermostats. — MM. H.-A.-D. Jowett et C.-E. Potter ont repris la détermination du poids moléculaire et l'analyse de la

barbaloine et confirment l'ancienne formule de Tilden $C^{10}H^{16}O^7$. — MM. G.-T. Morgan et A. Clayton continuent l'étude de l'influence de la substitution sur la formation des diazoamines et des composés aminoazoïques. — MM. W.-A. Tilden et J.-A. Stokes, en faisant réagir $MgClPI$ sur le nitroschlorure de pinène, ont obtenu l'oxime $C^{10}H^{16}(CH^3):AzOH$, F. 193°, et une base $C^{10}H^{16}ClAz(CH^3)^2$, F. 122°, qui, traitée par KOH alcoolique, donne la diméthylpinylamine, $C^{10}H^{16}Az(CH^3)^2$, F. 112°. — MM. F.-D. Chattaway et W.-H. Lewis, en traitant la pipérazine par l'acide hypobromeux, ont obtenu un produit d'addition, décomposé par une solution aqueuse de la base en diéthylène-dibromodiamine $BrAz(CH^2.CH^2)^2AzBr$, explosant à 79-80°. — MM. Al. Mc Kenzie et H.-B. Thompson ont observé des phénomènes de racémisation pendant l'hydrolyse des éthers menthyles et bornyles optiquement actifs par les alcalis.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 5 Mai 1905.

M. J. Grossmann présente le résultat d'essais sur la récupération de produits utilisables des boues des eaux résiduaires. L'auteur pensait depuis longtemps que, par la distillation de ces boues, on pourrait obtenir de l'ammoniac et des gaz susceptibles d'utilisation. La Corporation de Bradford lui a donné l'occasion de mettre ses idées en pratique. Les eaux résiduaires de Bradford, centre d'industrie lainière, sont riches en graisses, qui se retrouvent presque en totalité dans le précipité obtenu en traitant ces eaux par l'acide sulfurique à chaud. En filtrant à chaud, on sépare une grande partie de la graisse, mais il s'en retrouve encore 24 % dans le précipité. En soumettant à la distillation cette boue humide et pressée, on obtient un résidu contenant, à côté du carbone libre, environ 2 % d'azote, correspondant à 8 % de sulfate d'ammonium, et 1 % d'acide phosphorique, correspondant à 2 % de phosphate de chaux. D'autre part, la distillation fournit des acides organiques, dont la moitié est constituée par de l'acide butyrique, d'une assez grande valeur. L'installation de Bradford, qui a coûté 100.000 francs, permet de traiter par jour 16 tonnes de boue humide contenant 40 à 50 % d'eau. Il sera possible d'améliorer ultérieurement les rendements, qui sont déjà très rémunérateurs.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 31 Mars 1905.

M. A. Gebhardt vient d'étudier par une méthode dynamique la pression de vapeur du mercure et du sodium. Après avoir introduit les métaux dans un bain-marie, il a mesuré les températures auxquelles l'ébullition se produit sous différentes pressions enregistrées par un manomètre. Par suite de l'accord satisfaisant entre les résultats relatifs au mercure et les valeurs trouvées par d'autres expérimentateurs, l'auteur n'hésite pas à appliquer sa méthode au sodium. Voici les valeurs qu'il trouve pour ce dernier :

TEMPÉRATURES	PRESSIONS de vapeur	TEMPÉRATURES	PRESSIONS de vapeur
380° C	1,2 mill.	480° C	6,1 mill.
390	1,3	490	7,2
400	1,4	500	8,6
410	1,7	510	10,3
420	2,0	520	12,4
430	2,4	530	15,0
440	2,9	540	18,5
450	3,4	550	23,0
460	4,2	560	33,2
470	5,1	570	80,0

Les divergences qui existent entre ces valeurs et celles de Jewitt s'expliquent par le fait que les expériences de ce dernier ont été faites dans des vases de verre fortement altérés. — **M. W. Matthies** présente un Mémoire sur les effluves électriques dans les vapeurs des composés HgCl^2 , HgBr^2 , HgI^2 ; les recherches jusqu'ici faites sur les effluves, dans les tubes de Geissler, se bornaient presque exclusivement aux gaz élémentaires, notamment l'azote. L'auteur constate de grandes analogies dans la structure des effluves à électro-luminescence brillante des vapeurs précitées d'une part, et des gaz élémentaires de l'autre. Il vérifie encore l'observation due à MM. E. Wiedemann et J.-C. Schmidt, à savoir que, dans les vapeurs en question, on ne produit pas de décomposition appréciable par le courant en se servant d'électrodes de platine et de courants d'une intensité appropriée. Les chutes de potentiel à la cathode et à l'anode sont d'une grandeur remarquable en comparaison de celles qu'on observe dans le cas de l'azote. Au lieu d'être constant dans la colonne positive, le gradient s'accroît de la cathode à l'anode. Dans l'espace obscur, les gradients sont bien plus petits que dans la colonne positive; d'autre part, ils s'accroissent à pression croissante. Leur rapport avec l'intensité du courant est fort compliqué et diffère pour des pressions différentes. Les chutes cathodiques normales s'accroissent sensiblement en raison directe du poids moléculaire des composés.

Séance du 5 Mai 1905.

M. I. Traube présente un Mémoire sur les espaces atomiques, Mémoire où il revendique la priorité vis-à-vis de M. Richards du théorème fondamental suivant : « L'espace atomique diffère d'un corps à l'autre, étant d'autant plus petit que l'affinité pour les atomes voisins est plus grande. » Dans ce théorème, on se fait des atomes l'idée de billes compressibles, la contraction de l'atome étant une mesure de l'affinité chimique. Les volumes propres des atomes à l'état liquide sont souvent considérablement plus petits qu'à l'état gazeux, en raison de la pression interne qui exerce un effet analogue à celui de la pression d'affinité. En supposant les particules gazeuses (ou *gazons*) plus grandes que celles des liquides (ou *fluidons*), on fait disparaître, par exemple, les difficultés que présente la théorie de Van der Waals pour réaliser le troisième volume des isothermes. En déterminant l'espace occupé par les atomes, on peut tirer des conclusions aussi au point de vue de la constitution. D'autre part, il doit exister des rapports étroits entre le volume moléculaire et les constantes thermo-chimiques; la chaleur de réaction est, par exemple, en première approximation, le produit des travaux mécaniques se manifestant par la contraction des atomes. Il s'ensuit que l'énergie électrique d'un élément est à son tour due au travail mécanique de la contraction des atomes. Les co-volumes ($v-b$) donnent lieu à des conclusions non moins importantes. Les co-volumes des corps solides sont rarement supérieurs à la moitié des co-volumes moléculaires des liquides homogènes. Il paraît que la division en deux parties égales du co-volume au passage de l'état liquide à l'état solide est due à un redoublement du poids moléculaire. On baserait sur ce fait la seule méthode sûre pour déterminer les poids moléculaires des corps solides homogènes. Quant à l'influence de la température sur le co-volume, la loi de Gay-Lussac est valable pour les trois états physiques. Les pressions internes des métaux varient parallèlement aux duretés et aux coefficients d'élasticité et de frottement. En rangeant les éléments suivant l'ordre de leurs poids atomiques, on trouve fréquemment, à des distances périodiques, des éléments dont les espaces atomiques présentent des rapports numériques simples. C'est alors, et alors seulement, que les éléments sont affins au point de vue du reste de leurs propriétés.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 25 Mars 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. J.-A.-C. Oudemans** : Sur la détermination de la longitude de Saint-Denis (Ile de la Réunion). — **M. J. de Vries** présente : Un groupe de complexes de rayons algébriques. Soient a les rayons d'un faisceau (A, α) et b^n les courbes d'ordre n d'un faisceau à n^2 points de base situé dans le plan β et supposons que les rayons et les courbes de ces deux faisceaux se correspondent projectivement. Alors il s'agit du complexe dont les rayons rencontrent deux éléments correspondants de ces faisceaux. Ce complexe est de l'ordre $n+1$. Lieu géométrique des sommets des cônes de complexe admettant une arête double ou une arête de rebroussement. Surface singulière. — Ensuite **M. de Vries** présente : Sur des réseaux de courbes planes algébriques. Le réseau $y_1 a_x^2 + y_2 b_x^2 + y_3 c_x^2 = 0$, où y_1, y_2, y_3 sont les coordonnées homogènes d'un point Y . La courbe (Y) correspondant à la Hessienne du réseau est de l'ordre $3(n-1)^2$, de la classe $3n(n-1) - 2b$, b indiquant le nombre des points de base du réseau, et du genre $\frac{1}{2}(3n-4)(3n-5) - b$. La courbe de Zeuthen de l'ordre $3(n-1)(2n-3)$. — **M. P.-H. Schoute** présente au nom de **M. R. Mehmke** (Stuttgart) : Sur les moments d'inertie et les moments d'ordre supérieur dans les espaces polydimensionaux.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. J.-D. van der Waals** : La transformation d'un pli latéral en un pli principal et réciproquement. Si, dans le cas d'un mélange binaire, la température T a été élevée au-dessus de la température critique T_c d'une des composantes, la surface ψ possède un pli qui n'occupe pas toute la largeur de $x=0$ à $x=1$ (x = proportion de l'une des deux composantes), mais qui se ferme du côté de la composante dont T_c est inférieure à T . Dans les cas ordinaires, ce pli, fermé d'un côté, ne montre pas de particularités : un plan tangent double peut rouler du côté ouvert sur la ligne binodale jusqu'au point de plissement. Cependant, il y a des cas plus compliqués; à côté du pli principal, un second pli peut se présenter. Si l'existence simultanée de deux plis se manifeste sur un intervalle de température considérable, il y a lieu de parler d'un pli transversal et d'un pli longitudinal et d'attribuer la non-miscibilité dans la forme liquide au pli longitudinal. Si, au contraire, ces deux plis ne s'étendent que dans un intervalle de température restreint, il vaut mieux se servir des expressions « pli principal » et « pli latéral ». Le but principal de cette note est de faire voir que, dans ce cas, il peut arriver qu'à une température déterminée les deux plis intervertissent leurs rôles : le pli principal devient pli latéral et réciproquement. En premier lieu, l'auteur s'occupe des transformations que doit subir la surface ψ , si T varie, pour rendre compte des résultats des observations de **M. Kuenen** se rapportant aux phénomènes critiques de mélanges d'éthane et de quelques alcools. — **M. H.-A. Lorentz** : Le mouvement des électrons dans les métaux. Troisième partie (pour les parties précédentes, voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVI, p. 439 et p. 240). 16. Conséquences de la supposition qu'il y a deux espèces d'électrons libres, des électrons positifs et négatifs de charges e_1 et $e_2 = -e_1$. Les pouvoirs de conduction partiels. 17. Sur une difficulté par rapport à l'état stationnaire. 18. Introduction des intensités j_1 et j_2 qu'admettraient les courants partiels, s'ils étaient proportionnels aux pouvoirs de conduction partiels. 19. Étude du cas d'une chaîne ouverte, composée de plusieurs métaux maintenus à la même température. 20. La théorie la plus simple d'une chaîne thermo-électrique à deux espèces d'électrons libres dans un cas très invraisemblable. 21. Conséquences. 22. Phénomènes calorifiques de la chaîne thermo-électrique. — **M. H.-W. Bakhuis Roozeboom** présente au nom de **M. J.-J. van Laar** : Sur les différentes formes de transition des courbes limitantes dans le cas d'une

miscibilité partielle de deux fluides. Dans une communication précédente (*Rev. génér. des Sc.*, t. XVI, p. 240), l'auteur a fait voir, pour le cas d'un mélange binaire dont une des composantes est anormale, que la représentation (T, x) de la ligne spinodale admet plusieurs formes déterminées, se transformant continuellement les unes dans les autres, et que ces transformations dépendent principalement du rapport de la valeur de la pression critique de la composante normale à celle de la composante anormale. Ici il s'occupe d'une vérification de sa théorie, déduite de ce qu'on peut réaliser les mêmes formes dans le même ordre de succession dans le cas d'une substance simple en faisant varier la pression extérieure. — Ensuite M. Roozeboom présente, encore au nom de M. J.-J. van Laar : *Une expression exacte pour les lignes spinodales et les lignes des points de plissement pour toutes les températures dans le cas de mélanges de substances normales.* L'auteur parvient aux deux équations :

$$RT = \frac{2}{v_3} \left\{ x(1-x)^2 + a(v-b)^2 \right\}, \text{ et}$$

$$x(1-x)^2 \left\{ (1-2x)v - 3x(1-x)\beta \right\} + (v-b) \left\{ 3x(1-x)\theta(\theta - \beta\sqrt{a}) + a(v-b)(v-3b) \right\} \sqrt{a} = 0,$$

$$\text{où } \theta = b_1\sqrt{a_2} - b_2\sqrt{a_1} + \alpha(v-b).$$

Elles montrent que les formes spéciales des courbes en question, propres aux substances anormales, se réalisent tout de même chez les substances normales, pourvu que le rapport des deux températures critiques surpasse une certaine limite, etc. — Enfin, M. Roozeboom présente la thèse de M. H.-J. van Wyk « *Onderzoekingen over het stelsel owchloorzuur en water* » (Recherches sur le système : acide hyperchlorique et eau). — M. A.-F. Holleman présente au nom de M. F. M. Jaeger trois communications portant les titres : 1. *Sur l'orthonitro-benzyltoluidine*; 2. *Sur des nitrobenzènes dichlorés, isomériques de position*; 3. *Sur la miscibilité dans l'état solide et l'isomorphie des substances composées du carbone.* — M. W.-H. Julius présente la brochure : « *Het onglykmatige stralingveld* » (Le champ de rayonnement inégal). — M. H. Haga présente la thèse de M. G. van Dyk : « *De zilvervoltmeter* » (Le voltamètre à argent). — M. C.-A. Pekelharing présente au nom de M. W. Huiskamp : *Sur la présence de fibrine-globuline dans des solutions de fibrinogène.*

3° SCIENCES NATURELLES. — M. L. Bolk : *Le développement du cerebellum chez l'homme.* L'examen porte sur quarante cas de fœtus humains d'une longueur de 5 à 30 centimètres; tous les objets avaient été durcis dans le formol, le procédé de conservation dans l'alcool n'étant pas praticable. — M. H. de Vries présente au nom de M. E. Verschaaffelt : *Quelques expériences sur la croissance longitudinale de tiges et de pétioles.* Les expériences se rapportent aux espèces *Eranthis hiemalis*, *Galanthus nivalis*, *Narcissus Pseudo-Narcissus*, *Tulipa Gesneriana* et *Crocus vernus*. — M. C. Winkler présente au nom de M. S.-J. de Lange : *Sur les dendrites des cellules ganglionnaires durant le repos et la fatigue.* — Ensuite M. Winkler présente au nom de M. A. Gorter : « *Une théorie physique du souvenir* ». Sont nommés rapporteurs MM. Winkler et H. Zwaardemaker. — Enfin, M. Winkler présente la thèse de M. K.-H. Bouman : « *Experimentele onderzoekingen over het cerebrale optische stelsel* » (Recherches expérimentales sur le système optique cérébral). P.-H. SCHOUTE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 18 Mai 1903.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Prey décrit un dispositif pour empêcher l'oscillation du support du pendule double. — M. J.-M. Pernter montre que le halo de Bouguer, faussement appelé arc-en-ciel blanc, se produit dans les nuages de cristaux de glace et n'a rien de commun avec l'arc-en-ciel. Les cristaux de glace qui produisent ce halo sont des combinaisons de prismes et de pyramides à six pans. — M. F. Hopfner fait la théorie du rayonnement solaire calorifique et montre que la chaleur rayonnée sur un élément de surface à une latitude quelconque est égale à la chaleur rayonnée à l'équateur au même moment, augmentée ou diminuée de la chaleur envoyée simultanément au pôle éclairé suivant que la surface considérée se trouve sur l'hémisphère qui a l'été ou l'hiver. — M. F. Ehrenhaft cherche, sur la base des équations de Maxwell, à établir une théorie de la dispersion de la lumière par les particules sphériques dont le rayon est une fraction importante de la longueur d'onde. Il retrouve plusieurs résultats déjà obtenus expérimentalement.

2° SCIENCES NATURELLES. — MM. E. Finger et K. Landsteiner présentent leurs recherches sur la syphilis chez les singes. Ils sont parvenus à inoculer cette affection à plusieurs singes inférieurs : *Macacus Rhesus*, *M. cynomolgus*, *M. sinicus*, *Cynocephalus Hamadryas*, avec 3 succès seulement sur 39 inoculations. Le virus pris sur ces animaux peut être réinoculé à d'autres singes toujours avec succès; il n'a présenté aucun affaiblissement après avoir passé par 4 générations de *C. Hamadryas*. Les phénomènes tertiaires, en particulier les gommes, se sont montrés contagieux. — M. A. Wagner présente une monographie des genres *Palaeohelicina* Wagner et *Helicina* Lamarck.

Séance du 25 Mai 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. M. Radakovic : Sur le calcul des vibrations forcées d'un système matériel. — M. F. Exner décrit une méthode pour la détermination du module de compression adiabatique des liquides. Si l'on remplit en partie de liquide un tube de verre scellé, le ton longitudinal du tube est abaissé. Au moyen d'une formule donnée par Stefan, on calcule la vitesse du son dans le liquide, et on en déduit la compressibilité au moyen d'une relation due à Korteweg.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Kluger, en chauffant l'éthoxylacétal avec H²O acidulée, a obtenu l'éthoxylacétaldéhyde, Eb. 71 à 73°, qui se condense avec la formaldéhyde en présence de K²CO³ en un aldol C²H⁵.O. C(CH²OH)².CHO. — M. H. Haerdtl, en faisant réagir l'acide cyanacétique sur l'aldéhyde crotonique, a obtenu un acide nitrile cristallisé CH³.CH : CH.CH : C(Caz).CO²H, qui perd CO² par chauffage en donnant le nitrile correspondant. — M. A. Kanschegg a obtenu, au moyen de la paratolyldiazone de l'isopropylméthylcétone, une nouvelle base indolinique secondaire. — M. F. Berwerth, en chauffant à 950° et en refroidissant rapidement la kamazite naturelle hexaédrique, l'a transformée en kamazite grenue cristalline à structure feuilletée.

L. BRUNET.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Ernest-Adolphe Biehat. — Nous avons le regret d'apprendre la mort de l'éminent doyen de la Faculté des Sciences de Nancy. Né en 1813, il avait fait ses études à l'École Normale Supérieure, et avait successivement professé la Physique au Lycée de Poitiers, à celui de Versailles, au Lycée Henri IV, à Paris, et enfin, depuis 1877, à la Faculté des Sciences de Nancy. Ses nombreux travaux se rapportent surtout à l'électricité et à la polarisation rotatoire.

§ 2. — Astronomie

La prochaine éclipse totale de Soleil. — L'éclipse totale de Soleil du 30 août prochain sera, pour tous ceux qui s'intéressent aux grands phénomènes de la Nature, un événement de premier ordre. La ligne ou la bande de totalité part du Canada, traverse l'Atlantique, aborde l'Europe au nord de l'Espagne, coupe l'Algérie, la Tunisie et se termine en Égypte et en Arabie. Elle offre ainsi de nombreux points d'observation d'un accès facile et pas trop éloignés, toutes choses qui ont bien leur valeur, car souvent les éclipses totales se déroulent dans des contrées désertes ou inhabitables de notre globe. En outre, il faudra attendre jusqu'en 1912 pour retrouver une occasion semblable; le 17 avril de cette année-là, une éclipse annulaire-totale traversera la France entière.

Un certain nombre d'expéditions scientifiques se rendront dans la zone de totalité pour y observer le passage de l'éclipse. Un plus grand nombre encore d'amateurs, curieux des choses de la science, se proposent de faire le voyage d'Espagne ou d'Algérie dans le même but. Tous ceux que ce grand phénomène naturel intéresse nous sauront gré de leur signaler une récente brochure de M. Bigourdan sur ce sujet¹.

Parmi les travaux et les publications que l'éclipse du 30 août a provoqués, les *Instructions sommaires* de

M. Bigourdan occupent, en effet, une place prépondérante. Nous retrouvons là tout entier le talent de chercheur et d'observateur de l'éminent astronome titulaire de l'Observatoire de Paris. Une foule de détails, de conseils, de recommandations, à l'usage des amateurs comme des astronomes, font de ce volume un *vade mecum* indispensable à tous ceux qui s'occupent de ces questions.

Tout récemment, M. Bigourdan a présenté son travail à la Société astronomique royale de Londres, où il a reçu de chaleureuses félicitations de ses confrères anglais.

Justin Pidoux,

Astronome à l'Observatoire de Genève.

§ 3. — Génie civil

Houille blanche, déboisement et droit de propriété¹. Notre savant collaborateur, M. Bernard Brunhes, directeur de l'Observatoire de Puy-de-Dôme, a publié récemment sous ce titre une étude de grand intérêt qui montre, dans un cas particulier, la liaison des faits économiques et des faits scientifiques et la relativité de certaines conceptions abstraites et aprioristiques. « L'observation méthodique des formes diverses de la propriété des eaux, écrivait naguère M. Jean Brunhes, telles qu'elles se présentent en rapport avec les conditions géographiques dans les zones arides et désertiques de la Péninsule ibérique et de l'Afrique du Nord, fait évanouir toutes les théories *a priori* et absolues : celles qui posent en dogme la propriété individuelle comme seule forme de la propriété acceptable par la raison humaine, et celles qui tendent à faire concevoir la propriété collective étatiste comme devant s'appliquer à tous les pays de la Terre. La Terre est plus diverse, et l'adaptation aux forces naturelles exige plus de souplesse que les partisans des thèses adverses ne le présupposent les uns et les autres². » Et voici M. Bernard Brunhes qui établit aujourd'hui que la conception du droit absolu de propriété est nuisible pour l'exploita-

¹ BIGOURDAN (G.), Membre de l'Institut : *Les éclipses de Soleil. Instructions sommaires sur les observations que l'on peut faire.* 1 vol. in-16 de 167 pages avec 40 fig. (Prix : 3 fr. 50). Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905.

² *Revue de Fribourg*, mars et avril 1905.

² *L'Irrigation, ses conditions géographiques, ses modes et son organisation dans la Péninsule ibérique et dans l'Afrique du Nord.* 1 vol. in-4^o, Paris, 1902; p. 439-440.

tion de nos richesses hydrauliques, qu'elle nous a fait perdre l'avance que nous avons dans l'industrie hydro-électrique et qu'elle est en train de compromettre l'œuvre de reboisement de nos terrains de montagne. C'est ainsi que l'Administration ne peut donner aux transports d'énergie que des permissions de voirie, toujours révocables; qu'il est impossible de passer outre à la résistance d'un propriétaire qui ne veut pas laisser mettre de fils au-dessus de son champ; qu'il faut une loi d'espèce pour déclarer d'utilité publique les ouvrages d'une entreprise de transport et de distribution d'énergie. Nous avons bien un projet de loi qui donne satisfaction à ces desiderata, mais quand sera-t-il voté? Nous avons encore un autre projet qui, dans la création des usines hydrauliques, permet de vaincre l'obstruction des « barreaux de chute », c'est-à-dire des riverains d'amont qui refusent le droit d'établir le canal de dérivation nécessaire. M. B. Brunhes voudrait encore que ce dernier projet renfermât un article, imité de la législation italienne, et étendant à l'industrie le droit d'imposer les servitudes d'aqueduc et d'appui de barrage, dont bénéficie déjà l'agriculture, en faveur des entreprises d'irrigation.

La France vient malheureusement en bon rang parmi les pays déboisés: sa superficie forestière ne représente que 18 % du sol, alors que les terrains incultes se chiffrent par milliers d'hectares dans certains de nos départements. L'une des conséquences les plus regrettables du déboisement a été le trouble apporté au régime de nos fleuves et la décadence de notre navigation intérieure. Il faut bien se persuader, comme l'écrit si justement M. B. Brunhes, « que ce n'est pas seulement à Nantes et à Tours qu'il faut travailler à rendre « la Loire navigable », mais dans les montagnes de la Haute-Loire et de la Lozère ». Or, l'art. 2 de la loi forestière du 4 avril 1882 limite le droit d'intervention au seul cas où « la dégradation du sol » constitue « des dangers nés et actuels », et le seul moyen d'intervention des agents forestiers, c'est d'exproprier en vue du reboisement. Seulement, s'il est bon de dépenser des millions dans ce but, il serait meilleur et plus facile de ne rien payer en conservant les forêts existantes. Là encore, c'est donc sur la propriété privée qu'il faut agir, de manière: 1° à imposer aux propriétaires des terrains à ruissellement une obligation réelle et sérieuse de ne pas déboiser chez eux, et, si le terrain n'est pas boisé, tout au moins de ne pas laisser arracher le tapis de gazon protecteur; 2° à rendre plus facile le reboisement obligatoire dans les propriétés privées. Ces deux vœux ont été adoptés, sur la proposition de M. B. Brunhes, par le Congrès du Sud-ouest navigable, tenu à Toulouse en 1903.

Telles sont les mesures économiques contre le droit d'abus que l'auteur fait découler de la précieuse notion scientifique de la *dégradation de l'énergie*; il n'est pas sans intérêt d'en rapprocher ces lignes prophétiques que Proudhon écrivait en 1868: « C'est ce droit d'user et d'abuser que le siècle s'efforce de retenir et avec lequel il ne peut plus vivre, qui produit de nos jours la désertion de la terre et la désolation sociale. La métaphysique de la propriété a dévasté le sol français, découronné les montagnes, changé les rivières en torrents, empiercé les vallées, le tout avec autorisation du Gouvernement; elle a rendu l'agriculture odieuse au paysan, plus odieuse encore la patrie; elle pousse à la dépopulation¹ ».

P. Clerget,

Professeur à l'École de Commerce de Laoc.

§ 4. — Physique

Spectres des métaux alcalins; centres d'émission des différentes séries. — On sait que le spectre de flamme du lithium et du sodium ne comprend que les raies de la série principale, souvent

élargies par un halo, et un fond continu d'autant plus lumineux que la température de la flamme est plus élevée; l'arc, au contraire, donne le spectre complet. Une étude approfondie des conditions de l'émission, poursuivie depuis plusieurs années, a conduit M. Lenard à une théorie intéressante de la formation de ces spectres, qui sert de conclusion à trois Mémoires publiés aux *Annalen der Physik*¹. Les moyens employés pour étudier les sources lumineuses se réduisent, en gros, à ceci: projeter sur la fente d'un spectroscopie l'image du point de la flamme que l'on veut étudier; examiner la source à travers des écrans colorés convenablement choisis. Les faits observés sont les suivants:

1° L'arc électrique est constitué par des flammes emboîtées les unes dans les autres, nettement séparées par des intervalles obscurs, et dont la température, sensiblement uniforme dans une même flamme, va en croissant de l'extérieur vers l'axe de l'arc. La gaine externe émet les raies de la série principale; chacune des flammes intérieures émet les raies de l'une des séries secondaires et d'une seule, dont le rang correspond à celui de la flamme à partir de la gaine. Les centres d'émission des diverses séries sont donc rigoureusement localisés:

2° Les sels alcalins fondus dans une flamme ont une émission colorée qui, analysée au spectroscopie, donne exactement le fond continu du spectre du métal correspondant (sans les halos de la série principale). La distribution des intensités dans le fond continu correspond exactement à leur distribution dans les séries secondaires. La gaine externe de la flamme du Bunsen n'émet que les raies de la série principale; la zone moyenne externe (zone de fusion) émet également ces raies avec une intensité plus grande, et leurs halos; elle donne, de plus, les raies des séries secondaires, quand elles existent dans le spectre; la zone moyenne interne (zone de réduction) émet faiblement les halos de la série principale, rarement et plus faiblement encore les séries secondaires. Le cône bleu interne émet le spectre de bandes du carbone; pour l'émission métallique, il se comporte comme la partie la plus voisine de la zone moyenne. La localisation des centres d'émission, encore appréciable, est cependant moins nette que dans l'arc;

3° Les parties de la flamme (arc ou Bunsen) qui n'émettent que les raies de la série principale ne s'inclinent pas dans le sens des lignes de force quand on place la flamme dans un champ électrique perpendiculaire à sa direction; au contraire, les parties qui émettent les séries secondaires sont influencées par le champ.

La série principale est donc émise par des atomes métalliques neutres; les séries secondaires correspondent à des ions positifs, résultant de la perte par les atomes d'un ou plusieurs électrons négatifs, ions possédant une charge correspondant à leur valence ou au nombre d'électrons perdus. Il est à remarquer qu'avec les métaux alcalins, monovalents, la première série secondaire l'emporte de beaucoup en intensité sur les autres, dont l'importance relative augmente, d'ailleurs, avec le poids atomique du métal, qui tend en même temps à devenir polyvalent (on connaît CsI²).

La présence des atomes métalliques libres est due à la réduction par le charbon ou l'hydrogène des sels alcalins employés à la production du spectre, ou à leur dissociation thermique². L'émissivité (ou état des

¹ T. IX, 1902, p. 642-651; t. XI, 1903, p. 636-650; t. XVII, 1905, p. 197-247. Le premier de ces Mémoires est relatif à l'ionisation des flammes, le second à l'étude de l'arc.

² L'observation suivante montre nettement l'intervention de réactions chimiques: une flamme verte d'anhydride borique, corps difficilement réduit par le charbon ou l'hydrogène, est à peine sensible au champ électrique et ne montre pas les raies du bore; si l'on introduit un peu de lithium, de potassium ou de sodium, réducteurs de l'anhydride borique, la flamme devient beaucoup plus sensible au champ électrique, et ce sont les vapeurs vertes qui s'inclinent; cette

¹ Cité par B. Brunhes, d'après J. REYNARD: *L'Arbre*. Clermont-Ferrand, 1904, p. 196.

atomes qui ont perdu des électrons) est due à l'ébranlement produit dans ces atomes au moment de leurs chocs mutuels, conséquences du mouvement calorifique, en vertu d'une *action de voisinage* résultant de la pénétration réciproque des champs électriques de deux atomes près d'entrer en collision. Les halos des raies principales et le fond continu formé par l'élargissement et l'estompement des raies des séries secondaires sont dus à une hétérogénéité *primaire*, causée par l'influence des molécules voisines des centres d'émission, et augmentée *secondairement* par la propagation du mouvement à travers des couches absorbantes troublées elles-mêmes.

Ces conclusions doivent être rapprochées de celles de M. Starck¹, qui attribue également à des ions de valence différente les deux spectres du mercure, spectre d'arc et spectre de lueurs.

§ 5. — Chimie biologique

Les cafés sans caféine. — C'est à la présence de la caféine qu'on attribue généralement l'action excitante de l'infusion de café. Les graines des différentes sortes (espèces ou variétés du genre *Coffea*) renferment une assez forte proportion de cet alcaloïde, environ 10 à 15 grammes par kilogramme, quelquefois même davantage.

Il y a cependant des exceptions à cette règle. M. Gabriel Bertrand a montré, en 1901, que le café originaire de l'île de la Grande Comore ne contient pas la plus petite trace de caféine. Cette exception a paru d'autant plus curieuse que le café en question ressemble beaucoup à l'espèce ordinaire, ou *Coffea arabica*; Fröhner a même prétendu qu'il en était une simple variété.

M. Gabriel Bertrand s'est demandé ce qu'il fallait penser de cette absence de caféine, quelle importance pouvait avoir ce caractère, et voici ce qu'il a trouvé : Tout d'abord, l'absence de caféine ne peut être attribuée à l'influence ni du sol, ni du climat de l'île africaine, car l'analyse du *Coffea arabica*, cultivé dans la même île, indique une teneur normale de 13 gr. 4 par kilogramme de graines.

Ce n'est pas non plus un cas accidentel, par exemple d'origine pathologique; M. Gabriel Bertrand a constaté, en effet, l'absence de caféine dans trois nouvelles espèces de café, provenant de Madagascar et étudiées récemment par M. Dubard. Or, ces espèces sont très différentes les unes des autres et différentes aussi du *Coffea arabica*. Il faut donc considérer désormais l'absence de caféine dans certains cafés plutôt comme un caractère physiologique normal, de valeur au moins spécifique, et dont on pourra tenir compte, avec avantage, dans l'étude systématique du genre *Coffea*.

Ces résultats permettent déjà de trancher le cas douteux du café de la Grande Comore et de caractériser cette espèce comme réellement distincte du *Coffea arabica*; mais il faut surtout les envisager comme l'exemple d'un nouveau genre de services que la Chimie biologique est appelée à rendre aux Sciences naturelles, quand les classifications tiendront un plus grand compte de l'ensemble des caractères particuliers aux êtres vivants.

Ces résultats suggèrent encore une remarque. Tous les cafés sans caféine connus maintenant proviennent de Madagascar ou d'îles extrêmement voisines. Etant donnée l'allure spéciale de la faune et de la flore de la grande île africaine, il est au moins curieux de voir les cafés originaires de cette région présenter, mais cette fois au point de vue physiologique, un caractère qui n'a pu être retrouvé encore dans aucune espèce des régions continentales environnantes.

Enfin, il est permis d'entrevoir un intérêt pratique

de la découverte des cafés sans caféine. Il suffit, pour cela, de se rappeler le nombre des consommateurs auxquels l'usage du café ordinaire est interdit à cause de son action physiologique et qui seraient certainement très heureux de pouvoir satisfaire leur goût ou tromper leur habitude sans aucun inconvénient pour leur santé.

§ 6. — Agronomie

La production cotonnière mondiale. Son extension nouvelle. — Les Etats-Unis d'Amérique ont toujours été et sont encore les plus grands producteurs de coton du monde. Actuellement, leur production représente 70 % du total mondial; celle des Indes anglaises est de 15 %, celle de l'Égypte de 8 %, et celle du reste du monde de 7 % seulement.

Cette situation inquiète vivement l'industrie européenne depuis quelques années, et cela pour deux raisons :

La première réside dans le développement de la consommation de la matière première aux Etats-Unis même. Ce pays exportait autrefois la totalité de sa production; mais il a, depuis peu, installé chez lui des filatures et des tissages, dont les besoins sont devenus rapidement importants, puisqu'ils employaient 2.500.000 balles en 1891 et 4 millions en 1902. Ce dernier chiffre représente 40 % de la récolte américaine, et il n'est pas douteux qu'il suivra le mouvement ascendant de la population du pays.

La deuxième consiste dans l'élévation du prix de la matière première disponible, monopolisée par les trusts.

Raréfaction de la marchandise et élévation de son prix d'achat constituent donc une double menace pour la sécurité de l'industrie européenne. D'ailleurs, des filatures anglaises ont déjà dû chômer faute de matière à travailler, au commencement de 1904.

Elle s'en est rendu compte et elle cherche à s'y soustraire par le déplacement de l'axe de la production.

L'industrie anglaise et l'industrie française font appel aux facultés productives des colonies de leur pays respectif.

La première a, en 1902, formé une société, la « British Cotton Growing Association », au capital de 50.000 livres sterling, dans le but de développer la culture du textile dans les colonies et protectorats britanniques. En 1904, le capital fut porté à 500.000 livres sterling et le roi Edouard VII accorda à la société une charte royale, donnant ainsi un caractère national à son œuvre. Elle a déjà obtenu des résultats; la seule colonie du Lagos a expédié, en 1904, pour 150.000 livres sterling de coton.

L'industrie française n'est pas restée en retard. En 1901, la plupart de ses syndicats régionaux se sont fédérés en une société, « l'Association cotonnière coloniale », qui, avec des moyens plus modestes, a engagé une campagne de propagande active pour la reprise de la culture au Sénégal et son introduction dans les colonies de l'Afrique occidentale (Guinée française, Fouta-Djalon, Soudan, Dahomey), et même à Madagascar et en Indo-Chine. L'année dernière, elle a étendu son action à l'Algérie, dans le département d'Oran, qui, à l'époque de la guerre de sécession d'Amérique et du blocus qui en a été la conséquence, s'est fructueusement livré à cette culture, bénéficiant de prix exceptionnellement élevés, joints à une prime à la production allouée par l'Etat.

Frappé par le mouvement économique que je viens d'esquisser, j'ai, de mon côté, songé à renouveler, à l'École de Philippeville, des essais culturels pratiqués il y a une dizaine d'années dans le département d'Oran, et qui avaient eu pour conclusion l'impossibilité de la culture par suite de l'insuffisance des prix de vente de l'époque. Mon essai de 1904 a porté sur sept variétés de cotonnier : deux à courtes soies, trois à moyennes soies ou égyptiens, et deux à longues soies. Je passe sur les détails culturels. Les fibres récoltées ont été jugées et évaluées par des spécialistes du Havre. Les prix qui leur ont été attribués représentent une production

expérience montre en même temps que les atomes peuvent être, dans la flamme, liés ou libres.

¹ *Ann. der Physik*, t. XVI, p. 490-515.

brute à l'hectare de : 770 francs pour un courtes-soies ; 900 francs à 1.125 francs pour un égyptien ; et 1.350 francs pour un longues-soies. Il n'est pas douteux que cette production est avantageuse ; et, si elle est confirmée par des essais ultérieurs, déjà engagés, on pourra préconiser la culture du cotonnier en Algérie, dans les stations à sa convenance.

F. Godard,

Directeur de l'École d'Agriculture de Philippeville.

§ 7. — Biologie

Les Problèmes de la Biologie. — Dans une Conférence faite à l'Institut général psychologique, M. le Professeur Yves Delage a entretenu le public des « Problèmes de la Biologie ». Son but n'était pas d'exposer toutes les questions biologiques dont on poursuit actuellement la solution, mais plus simplement de marquer nettement l'évolution qu'a subie la Biologie, d'indiquer ses méthodes actuelles et les résultats qu'elles fournissent.

Entre Aristote, dont l'étendue du savoir et la finesse de pénétration sont étonnantes, et le XVIII^e siècle, la Biologie n'existe pas. C'est Linné et Buffon qui lui donnent sa première impulsion sérieuse ; puis ce sont les Cuvier, les Lamarck, les Geoffroy Saint-Hilaire qui contribuent au développement de cette science.

La transformation de la Biologie fut rapide. Après avoir étudié l'extérieur des organismes, on en étudia à fond la structure à l'aide du microscope et du microtome, et, maintenant, la Zoologie est devenue une science expérimentale. Le biologiste s'efforce de connaître le pourquoi aussi bien que le comment de la structure, et, pour cela, l'observation ayant donné à peu près tout ce qu'elle pouvait fournir, il a recours aux expériences.

Par quelques exemples typiques, M. Delage a montré les résultats obtenus par l'expérimentation.

Comment expliquer, par exemple, le mouvement de certains organismes rudimentaires comme les Amibes ? On n'a pu répondre à cette question jusqu'au jour où Bütschli fabriqua du protoplasma artificiel avec des cristaux de soude, de l'eau et de l'huile, et constata que, dans ce protoplasma aussi, il se trouvait des vacuoles, en vertu des lois physico-chimiques, et qu'en vertu des mêmes lois, de celle de la tension superficielle en particulier, des vacuoles se déplaçaient, se fusionnaient avec d'autres, disparaissaient, se reformaient, tout comme chez l'amibe, et, de la même façon, engendraient du mouvement. Ainsi la mobilité des Amibes s'explique par la Physique et la Chimie. Seule, l'expérimentation pouvait fournir ce résultat ; l'observation serait restée impuissante.

C'est encore l'expérience qui explique les phénomènes compliqués de distribution de matière et de cloisonnement qu'on voit dans la cellule qui se divise. La matière se place dans la cellule comme les parcelles de quinine dans un vase rempli de térébenthine et traversé par un courant électrique. Dans la cellule aussi, il peut y avoir des courants.

Les lecteurs de la *Revue* connaissent les curieux résultats obtenus dans l'étude des phénomènes de la fécondation par les expériences de Loeb. Ce savant a montré, en effet, que toute la transformation qui s'opère dans l'œuf fécondé peut être produite aussi par des produits chimiques, le plus actif paraissant être, comme l'a découvert M. Delage, l'acide carbonique. L'action du gamète mâle n'a donc plus rien de spécifique, ni de mystérieux : il agit chimiquement. Loeb a, d'ailleurs, réussi à féconder un œuf par le gamète mâle d'une espèce éloignée, simplement en traitant l'œuf par une solution saline qui a rendu l'œuf excitable par ce gamète.

C'est encore l'expérimentation qui a montré que la théorie de l'œuf mosaïque, c'est-à-dire de l'œuf renfermant le germe de chaque organe, ne peut guère être soutenue. Un biologiste a coupé en deux, au hasard, deux œufs d'oursin déjà segmentés, et, par pression, il

a accolé deux moitiés des deux œufs. Dans ces conditions, il faudrait un hasard étonnant pour que chaque moitié renfermât exactement ce qui manque à l'autre, pour que l'on eût coupé les deux œufs exactement selon le même plan. Aussi, du fait que ces deux moitiés donnent un être complet, à qui rien ne manque et qui n'a rien en excès, peut-on conclure que les premières divisions de l'œuf ne sont pas aussi spécialisées qu'on l'a cru.

La tératogénèse expérimentale permet de fabriquer à volonté des monstruosités. Le simple jeu de la température a permis d'obtenir les formes tropicale et arctique d'une même espèce de papillon.

En somme, le biologiste moderne, tel que le décrit M. Yves Delage, ne ressemble en rien au disciple qui commentait Aristote, ou aux naturalistes d'une époque encore récente, qui raisonnaient sans observer, ou bien qui observaient l'extérieur des bêtes sans raisonner, ou qui encore prenaient la description d'une bête morte pour la Biologie, qui est la science du vivant. Et ce biologiste n'est pas simplement un amateur qui fait des expériences curieuses : ses expériences sont toutes suggérées par un problème à résoudre ; elles apportent des conclusions qui permettent d'établir ou de détruire des hypothèses ; elles nous font entrevoir des horizons dont l'idée même n'existait pas il y a trente ans.

Notons, enfin, que les Biologistes ne s'intéressent pas seulement aux faits de la Zoologie et de l'Anatomie ; ils envahissent le domaine de la Psychologie. C'est ainsi qu'au Laboratoire de Roscoff, que dirige M. Yves Delage, existe une annexe de l'Institut général psychologique, où l'on peut étudier la psychologie des animaux inférieurs. Malheureusement, les laboratoires nécessaires aux biologistes, si richement pourvus aux Etats-Unis, sont trop pauvres en France. Ils manquent d'argent, car l'Etat ne peut faire assez pour eux, et la générosité des particuliers est chose rare en notre pays. Pourtant, la Biologie française a d'admirables états de service ; il serait urgent de lui permettre de conserver son rang, en dotant ses services des instruments et des ressources qui leur permettent de poursuivre leur tâche et de travailler aux progrès de la Biologie.

§ 8. — Sciences médicales

L'Assistance médicale indigène en Afrique occidentale française. — M. Roume, gouverneur général de l'Afrique occidentale française, vient d'organiser un Service d'Assistance médicale indigène, dont le but est de procurer gratuitement aux populations indigènes des soins médicaux et des conseils d'hygiène générale.

Ce service sera assuré par des médecins des troupes coloniales hors cadres ou des médecins civils recrutés en France par engagement individuel.

Les médecins civils de l'Assistance médicale indigène sont engagés pour une durée de cinq années, divisée en deux périodes de deux ans suivies chacune d'un congé de six mois. Ils reçoivent une solde annuelle de 10.000 francs ; ils ont droit, en outre, mais seulement pendant le temps de leur présence en service en Afrique occidentale française, à une allocation annuelle de 2.000 francs, leur tenant lieu de toute indemnité de déplacement, de cherté de vivres ou autre.

La protection de l'enfance en Indo-Chine. — M. Lucien Graux vient de publier sur ce sujet un article très intéressant dans le *Progrès médical*¹. La mortalité infantile est très considérable en Indo-Chine. Elle a atteint 63 % jusqu'en 1900, dont 42 % des suites du tétanos et cela pendant les premiers mois de la vie. En effet, les sages-femmes (ba-mu) sectionnaient le cordon ombilical en le broyant avec un tesson de bouteille ou un morceau de porcelaine trouvé dans un coin

¹ *Progrès médical*, 1903, 29 avril.

de jardin ou dans un tas d'ordures. Le pansement consistait dans l'application de quelque chiffon sale trouvé dans un coin de la case. On le trempait dans de l'huile qui restait exposée d'une façon permanente à la poussière. De plus, les maladies intestinales étaient très fréquentes, car, dès la naissance, on gavait l'enfant de riz cuit écrasé en purée; enfin, l'abus de thé provoquait des convulsions. Toutes ces erreurs n'ont pas encore été abandonnées, et, sur bien des points de notre colonie, on observe encore ces pratiques nocives. Cependant, grâce à des initiatives individuelles comme celle du maire de Cholom, M. Drouhet, la mortalité infantile a beaucoup diminué. Des brochures (conseils aux mères) sont distribuées par l'Association maternelle. Un asile pour enfants malades et abandonnés fonctionne parfaitement. Enfin une école pratique de sages-femmes va doter toute la région d'un corps de sages-femmes expérimentées. La mortalité infantile est ainsi tombée à Cholom de 65 % (1900) à 37 % (1904), et les décès par tétanos de 42 % à 22 %. Ce sont là des résultats très remarquables, qu'il serait bon de voir encourager par les Pouvoirs publics.

Neurasthénie de l'ouvrier et du pauvre. — Il était admis, au moins jusqu'à ces derniers temps, que la neurasthénie était une maladie de la classe riche. Mais voici que, simultanément, viennent de paraître, en France et en Allemagne, deux études très documentées, qui semblent prouver que les ouvriers et les pauvres sont exposés, aussi bien que les riches, à cette névrose rebelle.

Le travail de MM. Leubuscher et Bibrowicz¹ porte sur 1.364 ouvriers neurasthéniques soignés au Sanatorium populaire de Beelitz, appartenant à la Caisse d'assurances ouvrières de Berlin. Il était intéressant de donner tout de suite ce détail, parce que, tout en indiquant la grande fréquence de la neurasthénie parmi les ouvriers allemands, il établit en même temps que ces malades sont bien des ouvriers et que leur neurasthénie était assez grave pour amener une incapacité absolue de travail. Il semble résulter de cette étude que la grande cause de la neurasthénie chez l'ouvrier allemand, comme probablement aussi chez l'ouvrier français, — mais, chez nous, des recherches n'ont pas encore été faites à ce point de vue spécial, — est le désaccord profond qui existe aujourd'hui entre le travail proprement dit de l'ouvrier, d'un côté, sa vie et ses aspirations, de l'autre. Ce travail ne l'intéresse pas, ne lui donne aucune satisfaction, et il n'en retient que la fatigue physique qu'il lui impose. D'autre part, le soir, au lieu de prendre un repos bien gagné, il va aux réunions, aux conférences et aux bibliothèques, d'où un surmenage intellectuel considérable qui, joint à la fatigue physique, engendre la neurasthénie classique avec ses symptômes bien définis.

Tout autre est la neurasthénie du pauvre, que vient de décrire en France M. Iscovesco². Toute l'étiologie de cette neurasthénie, l'auteur la fait tenir dans le mot *misère* et, c'est pourquoi, sans doute, le tableau symptomatique en est profondément modifié; en effet, d'après lui, ce qui caractérise cette forme c'est, d'une part, l'absence de céphalalgie en casque et de rachialgie, l'absence d'insomnie et de fatigue au réveil, et, d'autre part, l'asthénie musculaire tenant à un affaiblissement réel de la force musculaire, l'apathie et l'indifférence remplaçant l'émotivité et l'hypochondrie, enfin l'atrophie glandulaire généralisée. Et, en effet, les symptômes de cette neurasthénie sont tellement modifiés que l'on peut se demander si l'on n'a pas affaire, non pas à une forme spéciale d'asthénie nerveuse, mais bien à quelque atrophie dégénérative généralisée. Quoi qu'il en soit,

nous devons constater que la neurasthénie n'est pas un privilège de la classe riche en général, et des savants en particulier.

Génio-spasmes et génio-tics. — Les tics peuvent siéger sur tous les muscles du visage; ils peuvent se localiser aux seuls muscles du menton. M. Henri Meige signale l'existence des tics du menton (*génio-tics*), qu'il importe de distinguer des *génio-spasmes*, mouvements convulsifs participant aux caractères des spasmes proprement dits et liés à une irritation d'une branche du nerf facial (*Société de Neurologie*, 6 avril 1905). Massaro a décrit des mouvements convulsifs des muscles du menton se reproduisant tous les mêmes chez vingt-six membres d'une même famille pendant cinq générations. Il s'agissait vraisemblablement de tics familiaux. Les muscles du menton jouent, en effet, un rôle dans la mimique du pleurer et de la frayeur. Chez l'enfant, les pleurs sont souvent annoncés par un plissement de la peau de la région mentonnaire, auquel succède l'abaissement des commissures labiales donnant à la physionomie un aspect caractéristique.

§ 9. — Sciences diverses

A propos de la Représentation proportionnelle. — Nous recevons de M. A. Meyer la lettre suivante :

« Je me vois forcé, à mon très grand regret, après avoir pris connaissance de la nouvelle lettre de M. Rouyer, d'ajouter quelques mots pour relever — très brièvement — certaines assertions inadmissibles.

« M. Rouyer veut bien reconnaître que la constatation que j'avais faite d'une suppression de mots, dans une phrase dont il prétendait citer les propres termes, était exacte. Mais, en même temps, il travestit grossièrement ma pensée en s'efforçant de m'attribuer une argumentation de haute fantaisie. « Il est incontestable, dit-il plaisamment, que la suppression incriminée bouleverse totalement le sens de la phrase ». Cela est tellement loin de ma pensée que je ne m'étais même pas aperçu, tout d'abord, en lisant sa lettre du mois d'avril, de la modification du texte. Cependant j'eus l'impression très nette que, si j'avais eu la phrase citée par M. Rouyer sous les yeux, j'aurais légèrement modifié la forme de ma rédaction. En vérifiant, je m'aperçus que M. Rouyer avait imperceptiblement modifié son texte par une suppression de mots qui, certes, ne bouleverse pas « totalement » le sens de la phrase, mais qui constitue une modification sensible et tendancieuse¹. J'avais le droit de le constater dans ma réponse.

« C'est ce que j'ai fait, sans vouloir en tirer aucun argument², contrairement à ce qu'affirme M. Rouyer à deux reprises dans sa lettre. Où donc M. Rouyer a-t-il pris l'argumentation que je me serais *efforcé d'en tirer*? Pour ne pas prolonger cette étrange et inutile discussion, il me sera permis de renvoyer M. Rouyer à la lecture de ma réponse du mois de mai et à celle de mon article de février.

« Il me serait facile de montrer à quel point les autres assertions de M. Rouyer sont mal fondées. Je me borne à cette simple et essentielle rectification.

« Alf. Meyer. »

Il y a un point sur lequel la *Revue* est de l'avis de M. Meyer : c'est que de telles discussions sont, comme il le dit, inutiles.

L. Olivier.

¹ Il est possible, je me plais à l'admettre, que M. Rouyer ne se soit pas bien rendu compte du caractère tendancieux de cette suppression. Le fait n'en est pas moins regrettable dans une citation d'un texte qu'il me reprochait d'avoir interprété inexactement.

² J'ai « tiré argument », non pas de cette suppression, mais de l'erreur évidente qu'il commet dans sa justification de la principale des règles du système d'Hondt.

¹ *Deutsche med. Wochenschr.*, 1905, n° 21, p. 820.

² *Bulletin médical*, Paris, 1905, p. 359.

LE MATÉRIEL AÉROSTATIQUE

ET LA CONSTRUCTION DES BALLONS SPHÉRIQUES

Qu'est-ce qu'un aérostat?

La réponse est facile, sans doute, et chacun dira : un aérostat est un appareil qui permet de se maintenir dans l'espace; mais on peut concevoir de deux façons les appareils susceptibles de jouer ce rôle, suivant qu'ils sont plus lourds ou plus légers que l'air.

Des premiers, toutefois, on ne saurait parler qu'au futur, — car on n'a pas jusqu'à présent réussi à en établir un seul bon exemplaire, — et même au conditionnel, car bien des obstacles s'opposent encore à leur complète réussite¹.

Les appareils de la seconde catégorie ont seuls reçu la consécration de l'expérience et permis d'explorer tant bien que mal l'Océan aérien : ce sont les ballons.

L'ensemble des organes d'un ballon doit donc, par définition, peser moins que l'air déplacé; et, comme ces organes comprennent nécessairement des matériaux solides plus lourds que l'air, il est indispensable, par compensation, d'aménager une capacité assez vaste que l'on remplira d'un gaz beaucoup plus léger. L'idéal serait évidemment d'y pratiquer le vide; mais l'enveloppe serait alors écrasée par la pression atmosphérique agissant du dehors sans trouver de contre-partie intérieure; et, si l'on voulait donner à cette enveloppe la force de résister, en la munissant d'une carcasse métallique, cet organe nouveau pèserait tellement qu'on perdrait tout le bénéfice de la légèreté obtenue en faisant le vide. Il faut donc se résigner à remplir la capacité du ballon avec un gaz dont la tension soutienne l'enveloppe, tout en pesant moins que l'air dont il tient la place.

Ce gaz léger, les Montgolfier s'étaient contentés de l'obtenir en dilatant l'air intérieur par échauffement. Le physicien Charles, au contraire, adopta l'hydrogène. C'est encore le gaz par excellence des aéronautes; et, si on lui substitue très souvent du gaz d'éclairage, malgré l'augmentation de poids qui en résulte, c'est uniquement parce que ce dernier gaz est économique et qu'on le trouve partout.

Les ballons à air chaud s'appellent des *montgol-*

fières, et l'on réserve plus spécialement le nom de *ballons* aux appareils gonflés au gaz d'éclairage ou à l'hydrogène : nous nous occuperons uniquement de ceux-ci.

I. — THÉORIE DU BALLON. CALCUL DES RÉSTANCES.

§ 1. — Force ascensionnelle.

Archimède a dit, ou à peu près : « Tout corps plongé dans un fluide en reçoit une poussée verticale, dirigée de bas en haut et égale au poids du fluide déplacé ». L'antique philosophe syracusain serait sans doute un peu surpris, s'il revenait parmi nous, de voir à quel usage nous avons appliqué le principe par lui découvert et à quel résultat sa généralisation nous a conduits. L'Aérostatique, en effet, n'a point d'autre base, ce qu'un court résumé va justifier.

Si un ballon, isolé dans l'espace, se trouve avoir à un moment donné le même poids que l'air déplacé, il est clair que ce ballon est en équilibre, et ne tend ni à monter ni à descendre. Toute différence survenant entre les deux poids constitue une *rupture d'équilibre*, qui détermine le mouvement vertical de l'aérostat, dans un sens ou dans l'autre; il monte si la poussée de l'air l'emporte, et l'on nomme souvent *force ascensionnelle* du ballon la force résultante sous l'impulsion de laquelle il se meut alors. Il vaudrait mieux, semble-t-il, laisser le nom de *rupture d'équilibre* à cette force essentiellement variable et que modifient les influences les plus diverses, en réservant le mot de *force ascensionnelle* à la différence des poids spécifiques de l'air et du gaz, ce qui constitue la caractéristique aérostatique du gaz employé. Si l'on considère une bulle de gaz de 1 mètre cube, sous une enveloppe impondérable, la force ascensionnelle du gaz ainsi définie représente précisément la poussée qui tend à faire monter cette bulle verticalement. On voit que l'étude du ballon exige que l'on connaisse la force ascensionnelle particulière à chacun des gaz que l'on peut employer à le gonfler. En prenant, comme point de départ, le poids spécifique moyen de l'air et des différents gaz usités en Aérostatique, voici la force ascensionnelle moyenne de chacun de ces gaz :

Air chaud (montgolfières)	200 grammes.
Gaz d'éclairage	650 —
Hydrogène commun	1.100 —
Hydrogène très pur (obtenu par électrolyse)	1.180 à 1.200 gr.

¹ Il n'est que juste, cependant, de dire que l'aviation est entrée dans une ère nouvelle et qu'il n'est plus téméraire d'espérer une prompte et favorable solution du problème, depuis les expériences américaines de M. O. Chanute et des frères Wright, qui ont déjà rencontré des émules en France.

§ 2. — Forme de l'enveloppe.

Le plus souvent, la forme générale du ballon dérive de la sphère, soit qu'elle se raccorde vers la base par une large inflexion avec un appendice allongé servant au gonflement, soit que cet appendice se trouve réduit à une manche cylindrique rattachée au pôle inférieur sans courbe sensible de raccordement.

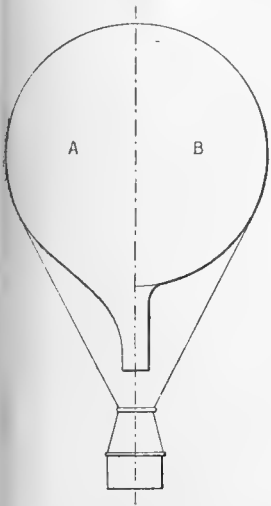


Fig. 1. — Comparaison de la forme en poire (A) et de la forme sphérique avec manche (B).

Le premier système en forme de poire a été usité dans les débuts de l'aérostation; le second est beaucoup plus employé aujourd'hui (fig. 1). — D'une manière générale, on peut donner au ballon une forme quelconque, à la condition que le volume ne soit pas susceptible de s'accroître par suite des déformations que la pression du gaz peut faire subir à l'enveloppe.

Il serait imprudent de clore hermétiquement cette enveloppe. Le volume du gaz, en effet, subit des variations considérables, non seulement par suite des variations incessantes des conditions de température où il se trouve placé, mais surtout par le simple jeu de l'ascension, qui conduit le ballon à travers des zones où la pression de l'air va en décroissant progressivement. Si l'excès du gaz dilaté ne trouvait pas une issue, la tension intérieure de plus en plus grande finirait par faire éclater le ballon, comme il arriva, en 1784, au premier ballon librement lancé dans l'espace, dont on avait ligaturé l'appendice. Ce ballon, fort heureusement, n'emmenait aucun voyageur. Il faut donc que la manche puisse s'ouvrir au gré d'un léger excès de pression. Examinons ce qui se passe dans ces conditions.

§ 3. — Pression apparente.

Lorsque le ballon est plein de gaz, jusqu'à l'orifice de la manche d'appendice, il est évident que la pression du gaz sur la tranche de cet orifice est la même que la pression de l'air dans le même plan horizontal (fig. 2). Nous appellerons p_0 cette pression commune.

Il n'en sera plus de même dans tout autre plan horizontal; et, si nous désignons par p et p' les pressions respectives de l'air et du gaz dans le plan MM' , par z la hauteur de ce plan au-dessus de l'orifice de l'appendice, on aura, d'une façon très

suffisamment approchée, les variations de pression en passant d'un niveau à l'autre, sous la forme :

$$\begin{aligned} p_0 - p &= az, \\ p_0 - p' &= bz, \end{aligned}$$

où a et b sont respectivement les poids spécifiques de l'air et du gaz. Et l'on en déduit la différence de tension du gaz et de l'air sur la même horizontale MM' :

$$p' - p = a - b \ z;$$

$(a - b)$ représente précisément la force ascensionnelle du gaz considéré; désignons-la par A et nous aurons :

$$p' - p = Az.$$

Telle est la valeur de la *tension apparente*; c'est celle qui tend l'étoffe vers l'extérieur. Elle croît depuis l'orifice libre de l'appendice jusqu'au zénith, où elle est maximum. C'est pourquoi un trou percé dans la région supérieure du ballon est plus dangereux que partout ailleurs, puisque le gaz s'en échappe avec la tension maximum; et il est naturel, par suite aussi, de placer au pôle supérieur la soupape destinée à l'évacuation rapide du gaz pour la manœuvre ou l'atterrissage.

On voit également qu'il suffit d'allonger la manche pour augmenter les tensions intérieures autant qu'on le veut¹. On a intérêt à le faire dans certains cas, par exemple pour les ballons captifs, afin de leur permettre de résister plus efficacement, sans poches ni déformations, à la pression du vent et aux

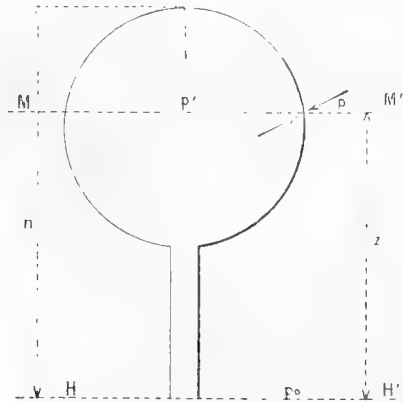


Fig. 2.

rafales. La seule limite d'allongement de la manche et d'accroissement de la tension apparente est donnée par la résistance de l'étoffe.

§ 4. — Appendice et clapet de sûreté.

Nous venons d'envisager le cas où le ballon est strictement gonflé jusqu'à l'orifice libre, pour que le gaz s'en échappe lorsqu'il se dilate; mais si, au

¹ C'est l'analogie du paradoxe hydrostatique.

contraire, le gaz se contracte, par exemple à la descente, la manche s'aplatit automatiquement et se ferme sous la pression de l'air qui prédomine alors, empêchant ainsi toute rentrée d'air dans le ballon. On a là le clapet le plus simple et le plus sûr.

Les ballons militaires français n'en ont point d'autres et s'en sont toujours bien trouvés; on se contente de changer la longueur de la manche suivant les cas. C'est ainsi que le ballon normal de 540 mètres cubes est muni d'une manche de 3 mètres pour l'emploi à l'état captif, et de 1^m,50 pour les ascensions libres. Au contraire, dans la pratique civile de l'aérostation, on a coutume d'employer une manche assez courte et de la fermer au moyen d'un véritable clapet de sûreté, dont le volet très léger est maintenu sur son siège par des ressorts. Ces ressorts ne cèdent et le volet ne s'ouvre que lorsque la pression intérieure atteint la limite qu'on ne veut pas dépasser; c'est ordinairement la pression d'une colonne d'eau de 2 centimètres.

Dans le cas où le gaz contracté remplit insuffisamment l'enveloppe, toute la masse gazeuse se portant vers le zénith, la partie inférieure du ballon est flasque. Le plan HH', où la pression est la même à l'intérieur et à l'extérieur, n'est plus à l'orifice de la manche, et, pour toute la région située en dessous de ce plan, la pression du gaz étant plus

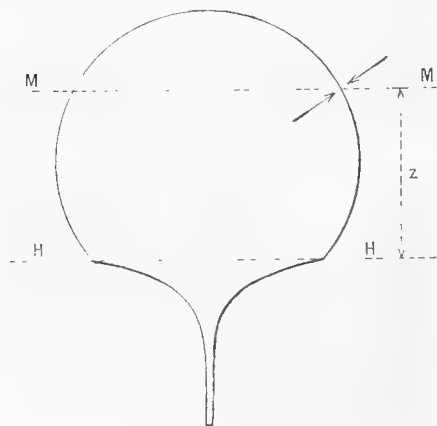


Fig. 3.

faible que celle de l'air, celle-ci refoule l'étoffe qui, elle, se soulève d'une façon caractéristique (fig. 3).

§ 5. — Résistance de l'étoffe.

La connaissance de la pression apparente qui s'exerce normalement en un point de l'enveloppe, et que nous venons d'apprendre à déterminer, permet également de calculer l'effort auquel l'étoffe doit résister. Supposons, pour un calcul approché, que la tension du gaz soit partout égale à sa valeur

maximum $p = AH$ (qu'elle n'atteint, en réalité, qu'au zénith), et considérons l'effort qui tend à séparer les deux hémisphères suivant le grand cercle horizontal MM' (fig. 4).

L'effort total est le même sur la calotte hémisphérique que sur le grand cercle; il est donné par l'expression $\pi R^2 p$, si R est le rayon de la sphère; l'étoffe résiste sur une longueur égale au pourtour $2\pi R$ du grand cercle; et l'on voit que l'étoffe supportera en définitive, par mètre courant, un effort de traction (t) :

$$t = \frac{\pi R^2 p}{2\pi R} = \frac{R p}{2}$$

et, en donnant à la pression p sa valeur maximum AH :

$$t = \frac{1}{2} RAH.$$

Si l'on désigne par τ la charge de rupture de l'étoffe que l'on veut employer et par σ un coefficient de sécurité, il convient que l'effort demandé à l'étoffe ne dépasse pas la valeur $\frac{\tau}{\sigma}$ et l'on aura :

$$\sigma = \frac{\tau}{t}.$$

Dans le cas d'un ballon (fig. 4) dont le diamètre est $2R = 10$ mètres, muni d'une manche d'appendice de 3 mètres, ce qui donne une hauteur totale H = 13 mètres, en adoptant d'autre part pour la force ascensionnelle en kilogs :

- Pour le gaz d'éclairage $A_1 = 0$ kg 650
- Pour l'hydrogène $A_2 = 1$ kg 100.

on déduit les valeurs de la tension de l'étoffe :

$$t \begin{cases} \text{avec le gaz d'éclairage } 28 \text{ kgs} \\ \text{avec l'hydrogène } 36 \text{ kgs} \end{cases}$$

Pour une étoffe de ponghé de force moyenne, la charge de rupture n'est pas inférieure à 760 kilogs par mètre courant, ce qui donne pour le coefficient de sécurité dans ce cas :

$$\sigma \begin{cases} \text{gaz d'éclairage } \frac{760}{28} = 27 \\ \text{hydrogène } \frac{760}{36} = 21. \end{cases}$$

On remarque que le taux auquel travaille l'étoffe est d'autant plus élevé que le gaz est plus léger, ce qui était à prévoir. En outre, même pour l'hydro-

gène, l'effort que l'on exige de l'étoffe est plus de vingt fois plus faible que la charge de rupture : on voit quelle sécurité présente un tel ballon. Il est vrai que la résistance de l'étoffe diminue avec le temps, par suite de l'action du gaz et du vernis qui la brûlent peu à peu ; mais il reste une marge largement suffisante pour tranquilliser les plus craintifs.

II. — CONSTRUCTION DE L'ENVELOPPE.

§ 1. — Des diverses étoffes employées en aérostation.

Les étoffes usitées pour la confection des ballons sont : des cotonnades, des soies et des tissus spéciaux caoutchoutés, ces derniers n'exigeant point de vernis ; les cotonnades genre calicot sont les étoffes les plus lourdes et les moins résistantes ; on ne les emploie que par mesure d'économie ; les ponghés de Chine, suffisamment résistants et à bon marché, les soies du Japon, et enfin les soies françaises sont les meilleures étoffes à choisir ; elles n'ont que le tort de coûter un peu cher.

Il convient aussi de mentionner la baudruche parmi les matières susceptibles de donner d'excellentes enveloppes de ballon, matière sur laquelle nous n'aurons pas à nous étendre pour le moment.

Les étoffes à ballon doivent être légères, souples, résistantes et faciles à imperméabiliser. La légèreté va de soi, comme pour tous les organes d'un aérostat. La souplesse permettra de manier l'enveloppe, de la chiffonner même, sans risquer de l'endommager. Quant à la résistance, nous venons de voir à quel genre d'efforts une enveloppe est soumise après gonflement. Dans les ballons sphériques, tout au moins, la résistance dans les deux sens doit être la même, ce qui est le propre des tissus simples du genre *toile*, où les fils de la trame et de la chaîne sont identiques. On doit examiner avec soin les pièces d'étoffes destinées à la confection d'un ballon, et vérifier que le tissu est parfaitement régulier et à grains serrés. Pour l'essai à la traction, on prélève une bande de 0^m,05 de large que l'on tend jusqu'à la rupture entre les mâchoires d'un dynamomètre spécial. La résistance d'une bonne soie atteint facilement 1.000 kilogs sur 1 mètre de largeur.

On pourrait craindre que les coutures qui sont nécessaires pour réunir les diverses parties de l'enveloppe ne constituent des lignes de moindre résistance. Il est facile de constater qu'il n'en est rien, surtout si l'on a soin d'interposer de la colle de caoutchouc entre les deux lisières qui se recouvrent.

L'étoffe sera d'autant plus facile à imperméabiliser que les grains seront plus serrés et plus réguliers. Il importe de la débarrasser de tout

apprêt qui s'opposerait à l'adhérence du vernis.

Les vernis employés sont à base d'huile de lin. Le choix d'un bon vernis est aussi d'une importance capitale ; il faut qu'il soit léger, qu'il laisse à l'étoffe toute sa souplesse, qu'il ne poisse pas

TABLEAU I. — Poids de diverses étoffes pour une égale résistance.

PRIX du m ²	ÉTOFFES présentant une résistance de 1.000 kgs au mètre courant	POIDS DU M ²		RAPPORT de la résistance au poids p ₁
		avant vernissage p ₁	après vernissage p ₂	
fr. c		grammes	grammes	kgs
2 "	Toile de coton .	167	100	6.000
2 50	— de lin. . .	125	300	8.000
3 "	Soie ponghée . .	80	200	12.500
10 "	Soie française, tafetas. . . .	59	125	20.000

lorsqu'il est sec, et qu'il n'attaque pas l'étoffe à la longue. Or, il n'est point de vernis qui remplisse toutes ces conditions d'une manière absolue. En particulier, l'oxydation lente de l'huile sous l'action de l'air ne se fait pas sans produire en même temps une désagrégation de l'étoffe, qui se brûle et perd peu à peu une partie de sa résistance.

Le tableau I permet de comparer les diverses étoffes au point de vue du poids, pour une résistance uniforme de 1.000 kilogs.

Le vernis peut s'appliquer extérieurement ou intérieurement. C'est le vernissage intérieur qui est usité pour les ballons de l'Établissement militaire de Chalais ; ce procédé offre tout d'abord cet

TABLEAU II. — Poids de l'enveloppe avant et après vernissage.

	POIDS TOTAL successif par m ²	ACCROISSEMENT du poids à chaque couche	ACCROISSEMENT total
	grammes	grammes	grammes
Avant vernissage .	96		237
Vernis à 1 couche .	235	139	
— 2 couches . . .	281	46	
— 3 —	309	28	
— 4 —	325	16	
Vernis et enduite d'huile d'olive.	333	8	

avantage que la surface extérieure n'est pas poissante et que les herbes ou la poussière s'y collent moins aisément au moment de l'atterrissage ; en outre, la pression du gaz tend à appuyer le vernis sur les pores de l'étoffe, et contribue à boucher les fissures qui pourraient s'y produire.

L'enveloppe de ces ballons militaires est confectionnée en ponghée de Chine pesant 80 grammes au mètre carré. A cause des recouvrements et des

coutures, le poids est porté à 96 grammes par mètre carré d'enveloppe finie et non vernie. On vernit à quatre couches, auxquelles s'ajoute un enduit final à l'huile d'olive. Ce vernissage — surtout les premières couches — accroît nécessairement le poids de l'enveloppe, comme le montre le tableau II.

L'enveloppe en ponghé d'un ballon de 540 mètres cubes (10 mètres de diamètre environ) pèse : 31 kilogs non vernie, et 103 kilogs après vernissage. L'oxydation lente que subissent les vernis a aussi pour résultat une légère augmentation de poids (environ 0 gr. 07 par jour et par mètre carré au début).

§ 2. — Étoffes doubles et triples.

Lorsqu'il s'agit de construire un ballon de très grand diamètre, la tension de l'enveloppe, qui va en croissant de la base au sommet comme nous l'avons vu, peut dépasser ce qu'il est permis d'exiger en toute sécurité de l'étoffe choisie ; et l'on est conduit à employer, au moins dans la région où se produit la plus grande fatigue, une étoffe double ou triple, avec interposition d'une mince lamelle de caoutchouc, qui rend les différents feuillets solidaires et dispense d'un vernissage ultérieur. On est arrivé à fabriquer ces étoffes avec une grande perfection, et leur emploi permet d'obtenir des enveloppes d'une solidité à toute épreuve. Pour faire les coutures, on décolle les feuillets sur les bords, et en rapprochant les deux étoffes à réunir, on fait chevaucher les feuillets en les intercalant les uns dans les autres.

M. Surcouf a employé une étoffe de ce genre pour la construction du dirigeable « Le Lebaudy ». Elle se compose de deux épaisseurs de coton léger, avec interposition d'une lame de caoutchouc qui n'a pas plus de 1/10 de millimètre d'épaisseur. Pour éviter l'action de l'oxygène de l'air, qui durcit le caoutchouc et le rend cassant, ce genre d'étoffe reçoit sur chaque face 7 à 8 couches d'un produit spécial appelé *ballonine* ; c'est une dissolution de caoutchouc dans un mélange convenable de benzine et de sulfure de carbone. On en emploie par mètre carré 608 grammes, dont la majeure partie s'évapore, ne laissant sur l'enveloppe que 8 grammes de matières solides. L'effet produit par la rapide évaporation de ce produit est un phénomène analogue à la vulcanisation, dont il offre les avantages.

L'étoffe ainsi préparée ne pèse pas plus de 300 à 330 grammes par mètre carré, y compris les coutures. Il est bon de la protéger contre le rayonnement solaire, qui attaque également le caoutchouc, au moyen d'une teinture inactinique à base de chrome ; cette teinture communique à l'enveloppe une couleur jaune caractéristique.

§ 3. — Mode de construction.

Le mode de construction le plus simple, pour obtenir une sphère avec des éléments de dimensions rectangulaires comme une étoffe, consiste à décomposer sa surface en fuseaux méridiens, ayant pour plus grande largeur celle de l'étoffe en pièce (0^m,40 pour le ponghé), en tenant compte du recouvrement de 0^m,02 nécessaire aux coutures. On peut découper les fuseaux à la main, sur un patron de papier fort ; mais, dans les grands ateliers de construction, on opère ce découpage mécaniquement au moyen d'une scie sans dents, coupant à la fois un empilage d'étoffes pressées ; c'est le même procédé qui est usité dans les ateliers de coupe pour vêtements confectionnés.

Il importe, d'ailleurs, de disposer le patron sur l'étoffe, de manière à en perdre le moins possible ; et, à ce point de vue, il semble avantageux d'adop-

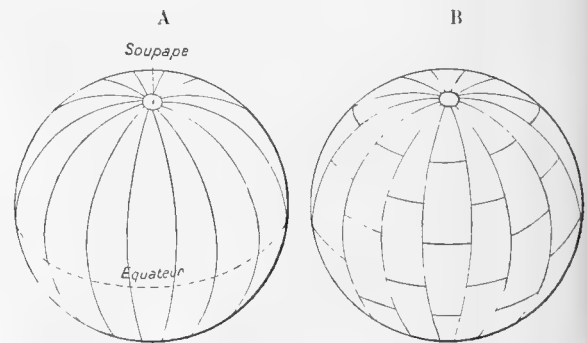


Fig. 5. — Modes de construction de l'enveloppe. — A, Tracé par fuseaux ordinaires ; B, Tracé par panneaux.

ter la coupe par panneaux, en décomposant chaque fuseau par des coutures transversales équidistantes. La hauteur de chacun de ces panneaux est prise dans la largeur de l'étoffe, le long de laquelle les différents panneaux se disposent sans grande perte ; mais on est ainsi forcé de découper un grand nombre de morceaux tous différents, ce qui est une complication, et la confection de l'enveloppe exige aussi des coutures très nombreuses.

Dans l'enveloppe achevée par ce procédé, les seules coutures continues sont celles des méridiens (fig. 5) ; les panneaux de deux fuseaux successifs, au contraire, se chevauchent à joints contrariés, comme les pierres de deux assises de maçonnerie⁴.

Cependant, l'emploi des étoffes doubles caoutchoutées et la façon dont se font les joints, conduisent à disposer les panneaux en damier. Les joints dessinent alors des méridiens et des parallèles continus.

⁴ Dans le procédé primitif, les seules coutures transversales proviennent des rajoutures, les pièces étant cousues bout à bout, avant le découpage.

§ 4. — L'étoile et la collerette.

Si l'on prolongeait les fuseaux jusqu'à leur extrême pointe, il arriverait un moment où leur largeur serait à peine suffisante pour loger les coutures. On forme alors la calotte zénithale au moyen d'une collerette en étoffe double, prolongée par des amorces de fuseaux en étoile. La collerette laisse, en son centre, une ouverture circulaire destinée à recevoir la soupape, sur le pourtour de laquelle on fait une sertissure au moyen d'une cordelette fortement serrée sur plusieurs tours.

III. — LA SOUPE ET LES APPENDICES.

§ 1. — Divers systèmes de soupapes.

La soupape (fig. 6 à 9), qui doit être placée, comme nous l'avons dit, au zénith du ballon, est un organe des plus délicats, puisqu'une fuite intempestive à cet endroit peut provoquer la chute de l'aérostat. Autrefois, on se contentait

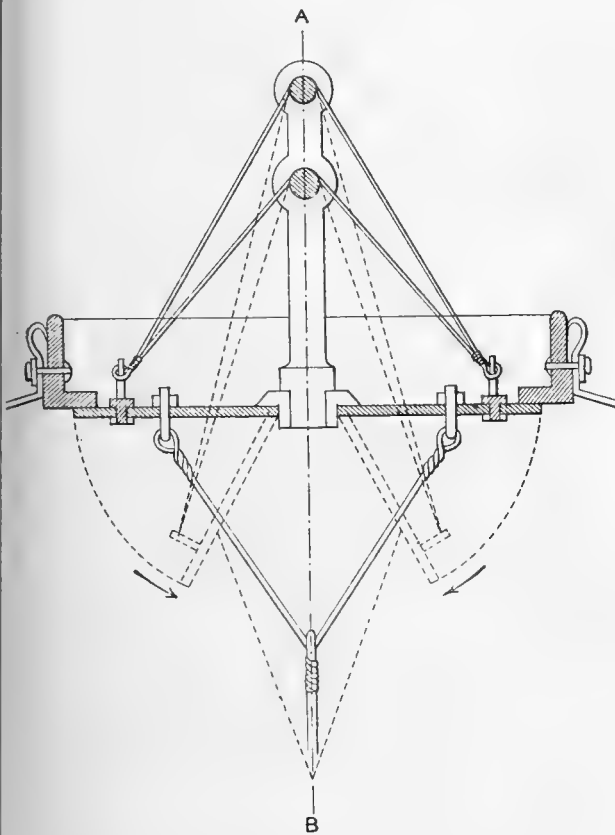


Fig. 6. — Soupape en bois.

d'organiser sur un cadre circulaire deux volets en bois qui s'ouvriraient en tournant sur des charnières, de part et d'autre d'une traverse diamétrale (fig. 6). De simples ressorts en caoutchouc maintenaient les volets sur leur siège; mais le bois jouait,

se gauchissait, et, pour obtenir une fermeture hermétique, on n'avait trouvé rien de mieux que de luter le joint avec un véritable cataplasme de graine de lin. Au cours de l'ascension du grand aérostat l'*Univers*, où Godard, en 1875, enlevait notamment le colonel Laussedat et le capitaine Charles Renard, l'aéronaute voulut donner un coup de soupape pour arrêter la montée: malheureusement, le lut, qui s'était durci, se brisa irrégulièrement, et les morceaux empêchèrent les volets de se refermer, ce

qui détermina une chute rapide où la plupart des aéronautes furent blessés.

La soupape a fort heureusement reçu, depuis lors, des améliorations qui lui enlèvent tout danger. Giffard, le premier, disposa sur le bord des volets un véritable couteau circulaire s'appuyant sur un anneau d'obturation en caoutchouc. Des ressorts métalliques à boudin ont également remplacé les écheveaux de fils de caoutchouc pour maintenir les volets fermés.

Le principe, néanmoins, est resté le même, et la soupape classique, telle qu'on peut la voir encore dans la plupart des aérostats, comporte un ou deux volets retenus par des ressorts, et s'ouvrant vers l'intérieur du ballon lorsque l'on tire sur une cordelette traversant toute la masse gazeuse, passant par un trou ménagé dans l'hémisphère inférieur de l'enveloppe à travers un bouchon, pour aboutir enfin au-dessus de la nacelle, à portée de la main du pilote.

On peut améliorer le système en substituant, aux volets tournant autour de charnières, un clapet circulaire glissant le long d'une tige normale à son plan.

C'est le procédé appliqué en France par le constructeur Yon et, en Allemagne, par le capitaine von Sigsfeld, aux ballons militaires (fig. 7).

Néanmoins, les soupapes de ce genre participent toutes des mêmes inconvénients généraux, savoir :

1° L'impossibilité d'apprécier le degré d'ouver-

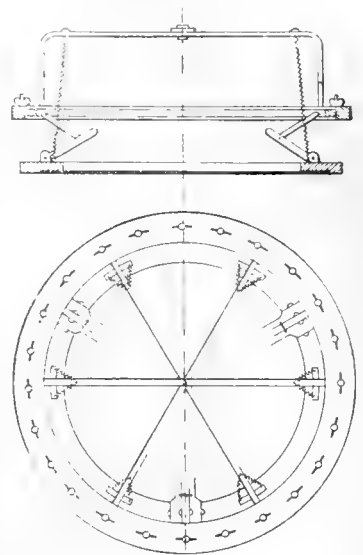


Fig. 7. — Soupape allemande Sigsfeld.

ture et, par suite, le débit dans un temps donné, ce qui expose à lâcher trop ou trop peu de gaz ;

2° La nécessité de maintenir la traction sur la cordelette de commande pendant tout le temps qu'on juge à propos de laisser la soupape ouverte. C'est ainsi qu'au moment de l'atterrissage, lorsqu'il s'agit de vider complètement le ballon, l'aéronaute est obligé de se suspendre, pour ainsi dire, à la corde de soupape, alors qu'il aurait besoin de ses deux mains pour les soins multiples que réclame la situation, tandis que les rafales donnent à l'enveloppe, en partie dégonflée, un mouvement de soufflet qui allonge et raccourcit irrégulièrement la distance de la soupape à la nacelle, sans que le pilote puisse se rendre un compte exact de son action sur la soupape.

Un bon appareil devrait donc être conçu d'autre sorte et comporter deux modes d'action distincts : le premier, *momentané*, pour les manœuvres de route, permettant de graduer exactement le débit ; le second, *définitif*, pour l'atterrissage, permettant l'échappement rapide et complet du gaz, en rendant toute liberté à l'aéronaute pour s'occuper des autres manœuvres. Il existe des soupapes satisfaisant à ces desiderata. Nous en citerons deux : celle du colonel Renard, exclusivement appliquée à nos aérostats militaires, et celle de M. Henri Hervé, l'inventeur bien connu des divers engins expérimentés sur la Méditerranée pour les ascensions aéro-maritimes.

La soupape à double effet du colonel Renard se

compose essentiellement (fig. 8 et 9) d'un cylindre en carton comprimé, que l'on introduit verticalement dans le vide ménagé au pôle supérieur de l'enveloppe, en ligaturant la collerette de cette enveloppe par plusieurs tours fortement serrés d'une cordelette de coton. Tel quel et ainsi tout ouvert, ce cylindre laisserait échapper le gaz à flot : on

a pour premier soin de coiffer son orifice inférieur d'un bonnet en toile caoutchoutée ou vernie, serré sur le bord par un caoutchouc. Mais le gaz trouverait encore de nombreuses issues : ce sont des fenêtres ovalisées, percées sur le pourtour du cylindre. Pour les obturer, on entoure ce cylindre d'un manchon à double paroi en caoutchouc, qui aveugle les fenêtres en s'appliquant exactement sur la paroi.

Un tube souple en caoutchouc, terminé par une poire vers l'extrémité qui se trouve dans la nacelle, grimpe au flanc du ballon, s'attache à la soupape et permet d'envoyer de

l'air comprimé entre les deux parois du manchon. Ces parois s'écartent alors, et le manchon tend de plus en plus à prendre la forme d'un tore, découvrant ainsi peu à peu les fenêtres par où le gaz du ballon peut s'échapper.

La manœuvre est simple. Un manomètre indique à l'aéronaute la pression dans le manchon et une expérience préliminaire permet de dire quel est le débit correspondant. Il suffit, d'ailleurs, d'ouvrir un robinet pointeau pour que l'air comprimé s'échappe et que le manchon s'aplatisse de nou-

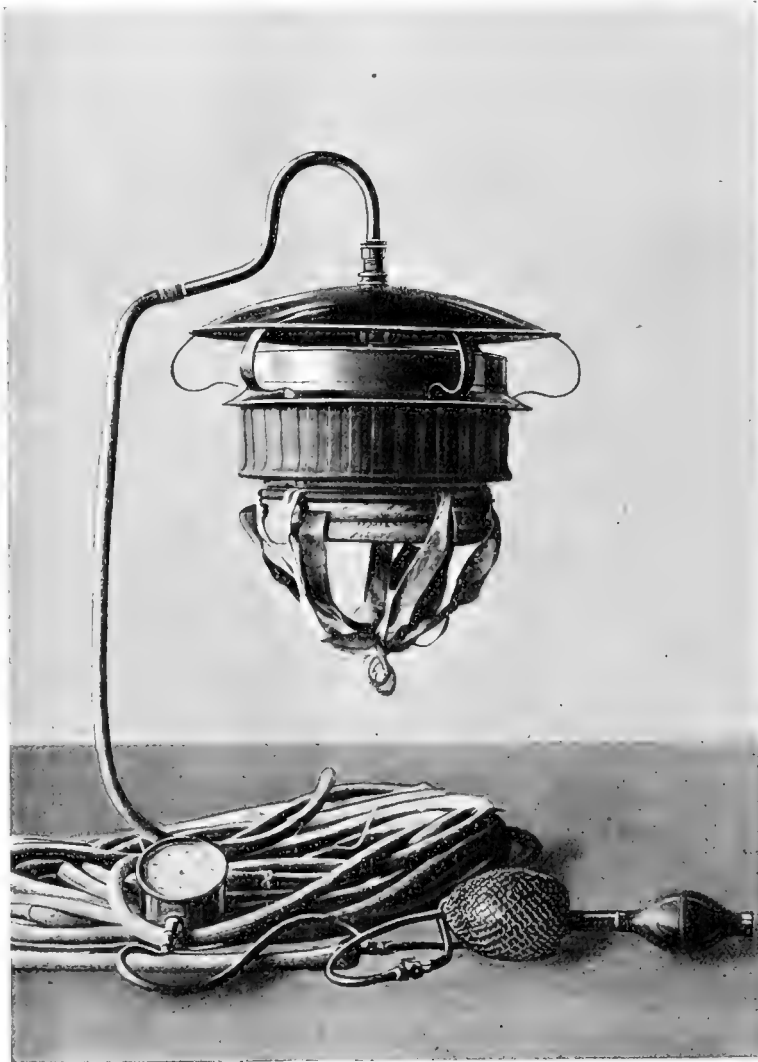


Fig. 8. — Soupape Renard fermée.

veau sur le cylindre. Voilà donc la manœuvre de route, momentanée et graduée, dont l'aéronaute a besoin. Mais veut-on, au contraire, ouvrir une issue définitive au gaz, pour l'atterrissage et le dégonnement? On saisit une cordelette qui, à travers le ballon, va s'attacher au bonnet vernis obturant le gros orifice du cylindre; on tire, et le bonnet arraché ouvre au gaz l'issue demandée.

La soupape de M. Hervé est également à deux effets; elle est très ingénieusement combinée pour satisfaire au même programme.

§ 2. — Dimensions des soupapes et des appendices.

On ne saurait donner des règles absolues pour déterminer d'une manière précise les dimensions qu'il convient de donner à la soupape et à l'appendice d'un ballon. La soupape n'est qu'un instrument de manœuvre; elle doit être assez grande pour que l'effet s'en fasse sentir rapidement. On peut admettre comme un fait d'expérience qu'une soupape à deux effets sera bien proportionnée si elle permet d'évacuer, pour une manœuvre momentanée, $\frac{1}{1.000}$ de la capacité totale du ballon par seconde, et, dans le déclenchement définitif pour vider le ballon, une quantité quadruple, soit $\frac{1}{250}$ du volume total.

On démontrerait aisément que la vitesse de sortie du gaz est d'autant plus faible que le gaz est plus lourd. C'est ainsi qu'en comparant l'hydrogène

et le gaz d'éclairage, on trouve, pour le rapport des vitesses :

$$\frac{V_a}{V_b} = 1,86.$$

Ce rapport est bien près de 2, et, par conséquent, la surface d'écoulement qu'offre la soupape à la sortie devra être double pour le gaz d'éclairage.

En appliquant le calcul à un ballon de 540 mètres cubes (diamètre — 10 mètres), gonflé à l'hydrogène, on trouverait que les orifices de sortie pour la manœuvre momentanée devraient présenter une surface totale de 166 centimètres carrés, et, pour le déclenchement définitif, de 664 centimètres carrés. Un ballon de cette grandeur vide en une demi-heure environ.

On peut, sans trop d'inconvénients, ne pas observer cette règle pour les dimensions de la soupape; il y en aurait, au contraire, de très graves à ne pas donner une valeur suffisante à celles de l'ap-

pendice. Il est essentiel, en effet, pour que celui-ci joue son rôle de clapet de sûreté, qu'il évacue le gaz en excès assez vite pour éviter une surpression intérieure capable de faire éclater l'enveloppe.

Or, la principale cause de la dilatation du gaz se produit dans les mouvements ascensionnels du ballon. Pour chaque mètre d'élévation, la dilatation est de $\frac{1}{8.000}$ du volume. Si l'on représente par C le volume du ballon et par φ la vitesse de son ascen-



Fig. 9. — Soupape Renard ouverte.

sion, la dilatation par seconde sera la relation :

$$\frac{C \gamma}{8.000}$$

Ce sera aussi le volume qu'il faudra évacuer par l'appendice dans une seconde, afin que la tension apparente de l'étoffe reste la même; et, si l'on désigne par ω la surface de l'orifice et par u la vitesse d'écoulement, on devra avoir :

$$u = \frac{C \gamma}{8.000 \omega}$$

La vitesse d'ascension dépend de la rupture d'équilibre R qui provoque la montée,

du diamètre D du ballon, et de la pression atmosphérique γ (en fraction d'atmosphère) sur la couche d'air où se trouve l'aérostat, et l'on a, en définitive, sans entrer ici dans le détail du calcul :

$$c = \frac{1}{D} \sqrt{\frac{R}{0,025 \gamma}}$$

et, d'autre part :

$$C = \frac{1}{6} \pi D^3$$

D'où l'expression de la vitesse :

$$u = 0,00041 \frac{D^2}{\omega} \sqrt{\frac{R}{\gamma}}$$

Si l'orifice de l'appendice est circulaire, on peut exprimer ω en fonction de son diamètre, et, en représentant par ρ le rapport $\frac{D}{d}$ des diamètres du ballon et de l'appendice, on aura la relation :

$$u = 0,000526 \rho^2 \sqrt{\frac{R}{\gamma}}$$

Il suffit alors de déterminer ρ de telle sorte que les valeurs possibles de la vitesse ne soient pas exagérées.

Par exemple, s'il s'agit d'un ballon de 10 mètres de diamètre plein d'hydrogène, la pression ordinaire $\gamma = 1$; pour une rupture d'équilibre $R = 200$ kilogrammes qui peut très bien se produire, voici les

chiffres qui correspondent à deux diamètres déterminés de l'appendice :

$d_1 = 0^m,20$	$\rho_1 = 50$	$u_1 = 18^m,40$
$d_2 = 0^m,25$	$\rho_2 = 40$	$u_2 = 11^m,78$

Les trop grandes vitesses ne sont redoutables que par suite des surpressions qu'entraîne l'écoulement insuffisant dû au frottement. On admet que, pour conserver une sécurité suffisante, cet accroissement momentané de pression ne doit pas dépasser le $\frac{1}{5}$ de la tension apparente admise au repos, dans la région de la soupape où elle est la plus forte.

D'après le colonel Renard, en désignant par D le diamètre du ballon, on donne à l'appendice d'un ballon libre les dimensions suivantes, qui sont des minima :

	HYDROGÈNE	GAZ D'ÉCLAIRAGE
Longueur l . . .	$4 d$ mètres	$4 d$ mètres
Diamètre d . . .	$0,008 D^{3/2}$	$0,01 D^{3/2}$
Surface S . . .	$0,00005 D^3$ mq.	$0,00008 D^3$ mq.

En pratique, pour un ballon de 540 mètres cubes, ayant un diamètre $D = 10^m$, le diamètre de l'appendice doit être $d = 0^m,45$.

§ 3. — Panneaux de déchirure.

Pour terminer ce qui concerne les moyens d'évacuation du gaz, disons que l'on dispose souvent, dans la région supérieure du ballon, un panneau d'étoffe de forme triangulaire,

simplement collé au caoutchouc et qu'on peut arracher en tirant violemment sur une cordelette logée dans la couture. C'est un moyen qui ne convient que dans les cas extrêmes, où il faut arrêter le ballon à tout prix. On ne doit l'employer qu'à terre ou tout près du sol, lorsque le ballon est déjà assez affaibli pour qu'on n'ait plus à redouter de bonds dans l'espace. Un aéro-naute expérimenté peut seul

faire usage du panneau de déchirure.

L'arrachement du panneau de déchirure constitue une blessure de l'enveloppe, qu'il faut réparer ensuite. Pour éviter cet inconvénient, M. Besançon

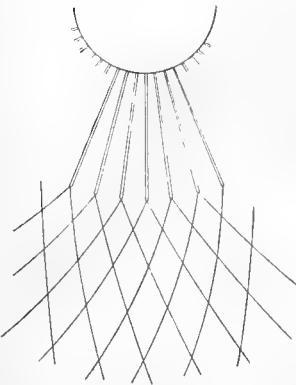


Fig. 10. — Etoile du filet.

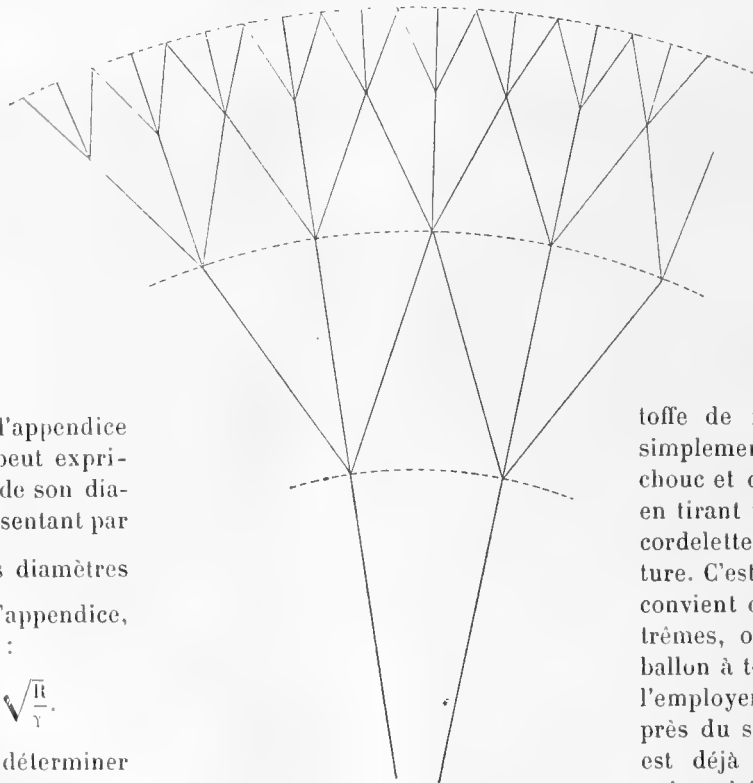


Fig. 11. — Tracé des pattes d'oie.

a combiné une soupape comportant, dans le même cercle, à la fois le clapet de manœuvre à charnières et le panneau de déchirure. Une simple traverse en bois sépare ces deux organes, qui couvrent des segments inégaux. Le plus grand est occupé par un morceau d'étoffe vernie, tendu et serré entre deux cerceaux ; c'est ce morceau d'étoffe, facile à remplacer, que l'on déchire, sans toucher à l'enveloppe même du ballon.

Cet organe se compose le plus généralement d'un filet et d'une série de cordages constituant la suspension proprement dite; mais on pourrait remplacer le filet par une housse ou chemise en étoffe; cette pratique a été adoptée dans certains ballons dirigeables, parce que la surface lisse qu'offre une chemise oppose moins de résistance au

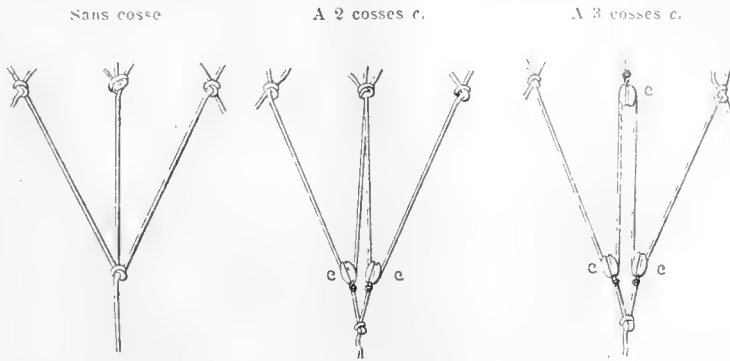


Fig. 12. — Différents types de pattes d'air.

l'air. Il est même possible de supprimer chemise ou filet en adoptant un mode d'attache direct des suspentes sur l'étoffe même du ballon, comme M. Santos-Dumont l'a fait pour son dirigeable, imitant le procédé d'attache que Pilâtre de Rozier et le marquis d'Arlandes avaient appliqué à la montgolfière qui servit à leur première ascension.

Le filet — comme la chemise d'ailleurs — n'a pas uniquement pour but de donner des points

IV. — LE FILET, LA SUSPENSION ET LA NACELE.

§ 1. — Le filet et la suspension.

Nous nous sommes étendu sur les multiples précautions prises dans la construction de l'enveloppe du ballon lui-même pour assurer sa solidité,



Fig. 13. — Type de nacelle et d'arrimage. — a, cercle de filet; b, suspentes; c, nacelle; d, sacs de lest. (Concours de Vincennes, 1900; ballon de M. Nicolleau.)

précautions indispensables puisque, si le flotteur venait à manquer tout à coup, ce serait la chute irréparable; mais les autres parties de l'aérostat n'exigent pas une attention moins minutieuse, et, en particulier, l'organe intermédiaire chargé de rattacher la nacelle au ballon.

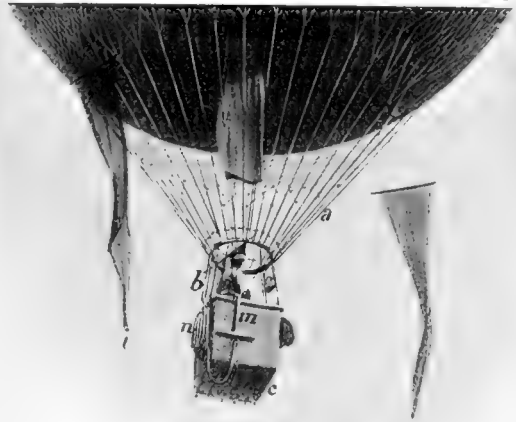


Fig. 14. — Autre type de nacelle et d'arrimage. — a, cercle de filet; b, suspentes; c, nacelle; m, ancre; n, corde de l'ancre. (Concours de Vincennes, 1900; ballon de M. J. Faure.)

d'attache commodes pour la nacelle; il sert également à répartir les efforts sur une surface plus grande de l'enveloppe.

Les filets sont composés de mailles en losange, dont la grande diagonale est dirigée suivant le méridien; ces mailles, étant déformables, s'adaptent d'elles-mêmes à la surface qu'il s'agit de recouvrir; on leur donne néanmoins des dimensions propor-

tionnelles au parallèle qu'elles occupent sur la sphère, et elles vont ainsi en augmentant du pôle à l'équateur (fig. 10).

Pour obtenir une égale répartition, il est bon qu'il y ait, dans chaque rang, le même nombre de mailles et que le rapport des deux diagonales soit constant. Ce sont des précautions que prennent tous les constructeurs soigneux.

Le filet s'applique exactement sur la sphère jusqu'à une certaine distance en dessous de l'équateur. A partir de là, il forme un tronc de cône tangent à la sphère et aboutissant au cercle de suspension; mais cette partie conique n'est pas exactement construite comme le filet proprement dit. Il s'agit, en effet, de passer d'un nombre très grand de mailles à un nombre restreint de suspentes, cordes qui terminent le filet suivant des génératrices du cône et se rattachent directement au cercle. Le passage se fait au moyen de *pattes d'oie* (fig. 11 et 12), réduisant peu à peu le nombre des mailles.

Il est évident que, le nombre des brins de corde sur lesquels se répartissent les efforts de suspension pouvant varier, il convient de leur donner des grosseurs variables et correspondantes.

Les filets sont communément confectionnés en cordages de chanvre, et souvent, pour rendre ces cordages moins hygrométriques, on les trempe dans une préparation de cachou. Le chanvre est

toujours un peu rugueux; pour cette raison, le colonel Renard a adopté des cordages en coton pour toutes les parties frottant sur l'enveloppe.

Le cercle interposé entre le ballon et la nacelle a pour diamètre environ le $\frac{1}{10}$ de celui du ballon. Il

est en bois courbé ou en métal creux. C'est à ce cercle que s'attachent les cordages de la suspension proprement dite (fig. 13 et 14).

Laplupart des aéronautes se contentent de tendre ces suspentes directement entre le cercle et le cadre rectangulaire de la nacelle. Ce genre de suspension à réseaux trapézoïdaux est déformable, ce qui n'est pas sans inconvénients lorsque le ballon s'incline. En outre, les moindres] mouvements des aéronautes dans la nacelle produisent des déplacements de tout le système et reportent les charges sur les uns ou les autres des cordages, qui supportent ainsi des efforts variables et anor-

maux. Les aéronautes soucieux d'assurer à leur nacelle une grande stabilité, en même temps qu'une égale répartition des efforts, doivent, en s'inspirant des principes posés par Dupuy de Lôme et le colonel Renard, croisillonner la suspension au moyen de balancines obliques (fig. 15).

§ 2. — La nacelle.

La nacelle est en osier, aussi légère que possible. Elle affecte un plan rectangulaire, avec des parois



Fig. 15. — Nacelles et suspentes croisées à balancines. — A, B, suspentes pour ballons captifs; C, suspension pour ballon libre; m, ancre-herse. (Exposition de 1900.)

verticales. Souvent on arrondit les angles à la base, de telle sorte qu'elle repose sur le sol par un rectangle plus petit que son cadre supérieur. C'est une disposition défectueuse; il est préférable de lui donner une assiette aussi grande que possible, qui contribue à l'empêcher de rouler et de se renverser à l'atterrissage.

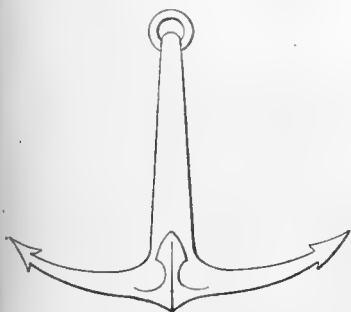


Fig. 16. — Grappin ordinaire.

hauteur, entre la nacelle et le cercle de filet, un cadre rectangulaire en fer creux, soigneusement étré sillonné pour éviter les déformations. Cet organe intermédiaire a sensiblement les mêmes dimensions que le cadre supérieur de la nacelle; les suspentes descendent donc dans des plans verticaux, ne gênant aucunement les aéronautes; leurs tractions ne tendent pas à déformer la nacelle, dont la construction peut être ainsi beaucoup plus légère.

La nacelle est pourvue de bancs formant coffre et de diverses soutes pour les instruments, les approvisionnements et le lest, que l'on emporte sous forme de sable fin en sacs de 10 kilogrammes.

Disons enfin que, pour assurer la solidarité de la nacelle et de la suspension, les suspentes d'angle se prolongent dans l'épaisseur de la paroi d'osier et passent diagonalement sous le plancher qu'elles soutiennent.

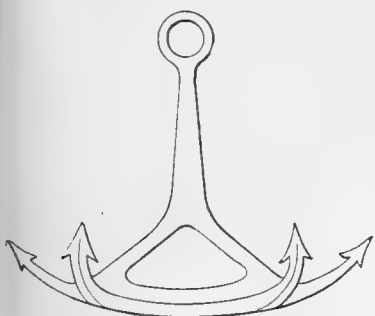


Fig. 17. — Grappin Yon à 6 pattes.

Comme on le voit, toute la sécurité des voyageurs repose sur la solidité des cordages. Lorsqu'il s'agit du filet, les mailles sont si nombreuses que chaque brin n'a à supporter que des efforts très minimes, pourvu que la répartition soit bien assurée. Les suspentes, au contraire, sont en nombre limité et il importe de ne leur faire supporter que des tractions bien inférieures à leur limite de rupture.

Les cordages employés en aérostation doivent

être choisis avec un soin tout particulier et éprouvés à la rupture au moyen d'une machine spéciale. Le dynamomètre Perreaux suffit pour les petits cordages; le colonel Renard a imaginé et construit, pour l'essai des cordages, une machine dynamométrique d'une grande précision.

Cette machine est basée sur l'emploi du vide pratiqué en dessous d'un piston sans frottement, dit à joint annulaire. Un clapet à mercure immobilise, après la rupture de l'éprouvette, la colonne manométrique qui, sans cette précaution, serait ramenée brusquement dans l'appareil. Grâce à cette immobilisation, la tension exacte au moment de la rupture se trouve enregistrée et peut être lue à loisir⁴.

D'après les expériences de Chalais, les divers textiles employés pour la corderie aérostatique ont respectivement les résistances ci-après, rapportées à celle du coton prise comme unité :

Résistance du coton	1,0
— du chanvre	1,3
— de la ramie	1,5
— de la soie	1,8 à 1,9

V. — ORGANES ACCESSOIRES D'UNE ASCENSION.

Les manœuvres essentielles d'un ballon consistent à jeter du lest pour monter, à donner un coup de soupape et à lâcher du gaz pour descendre; mais il est d'autres organes essentiels qui font partie de l'arrimage d'un ballon, — sans parler du baromètre qui sert à déterminer son altitude; — ce sont le guide-rope et l'ancre.

Le guide-rope, inventé par Green, est un cordage de 140 mètres de longueur environ, qu'on laisse pendre du cercle du filet au moment voulu. A l'en-

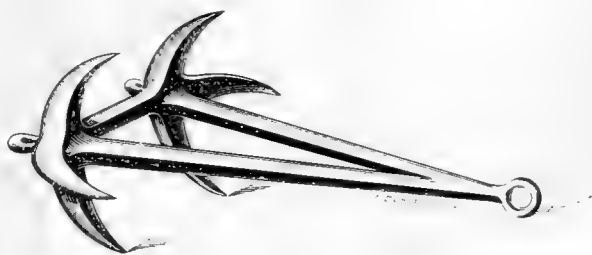


Fig. 18. — Ancre Henri Hervé.

contre des autres organes aérostatiques, que l'on fait aussi légers que possible, celui-ci doit avoir un certain poids pour remplir son office de délesteur. Lorsque le ballon descend — quelquefois plus rapidement qu'on ne voudrait — le guide-rope se pose à terre successivement et déleste d'autant l'aérostat dont il amortit la chute. Il arrive même que ce

⁴ Cette machine rend aujourd'hui les plus grands services dans la marine pour l'essai des câbles, de quelque grosseur qu'ils soient.

délestage est suffisant pour que le ballon s'arrête en équilibre à une certaine hauteur et continue sa course, en traînant après lui cette sorte de serpent dont la queue court à travers les cultures, franchit les haies, les murs, les maisons, les lignes télégraphiques elles-mêmes. L'équilibre du ballon est alors des plus stables, car ses moindres tendances à l'ascension ou à la descente sont automatiquement enrayées par le guide-rope qui, en se relevant ou se posant davantage, fait varier le délestage dans le sens convenable.

Pour les ballons de taille moyenne, le guide-rope est un câble de même diamètre sur toute sa longueur et pesant 40 à 50 kilogs au total. On a essayé, pour les grands ballons qui nécessitent un délestage considérable, de reporter la plus grande partie du poids vers le bout libre, en employant, soit des sections de câble de diamètre différents, mises bout à bout, soit un seul câble légèrement conique.

Au départ, le guide-rope est lové en une pelote susceptible d'un déroulement rapide et attachée au flanc de la nacelle.

Le cordage d'ancre est également lové. On ne laisse tomber l'ancre qu'au moment d'atterrir.

L'ancre est un organe indispensable en aéronautique comme en navigation aquatique. On a tenté tout d'abord d'employer pour le premier usage l'appareil qui réussit si bien pour le second; mais on s'est aperçu que ce qui convenait parfaitement à l'un convenait médiocrement à l'autre. Ce qui caractérise la navigation aquatique, c'est que le

bateau est à un niveau constant. Aussitôt que l'ancre a mordu, la chaîne de longueur déterminée reste constamment inclinée sous le même angle, tandis qu'un ballon, tout-à-coup délesté du poids de son ancre, monte aussitôt, ramenant sur la verticale le câble qui, lui-même, redresse l'ancre: c'est précisément la manœuvre du navire qui se met à pic pour déraiper.

Le modèle du grappin imité de l'ancre marine (fig. 16) étant insuffisant, on a cherché à le modifier.

Nous donnons des croquis du grappin à 6 pattes de Gabriel Yon (fig. 17), et du modèle des ancres particulièrement bien comprises de M. H. Hervé (fig. 18).

Dans le même but, le colonel Renard a doté le matériel militaire d'aérostation d'une ancre-horse basée sur un principe tout différent (fig. 19). C'est une chaîne articulée, portant, de part et d'autre de chaque traverse d'articulation, des pattes d'ancre. De quelque façon qu'elle tombe à terre,

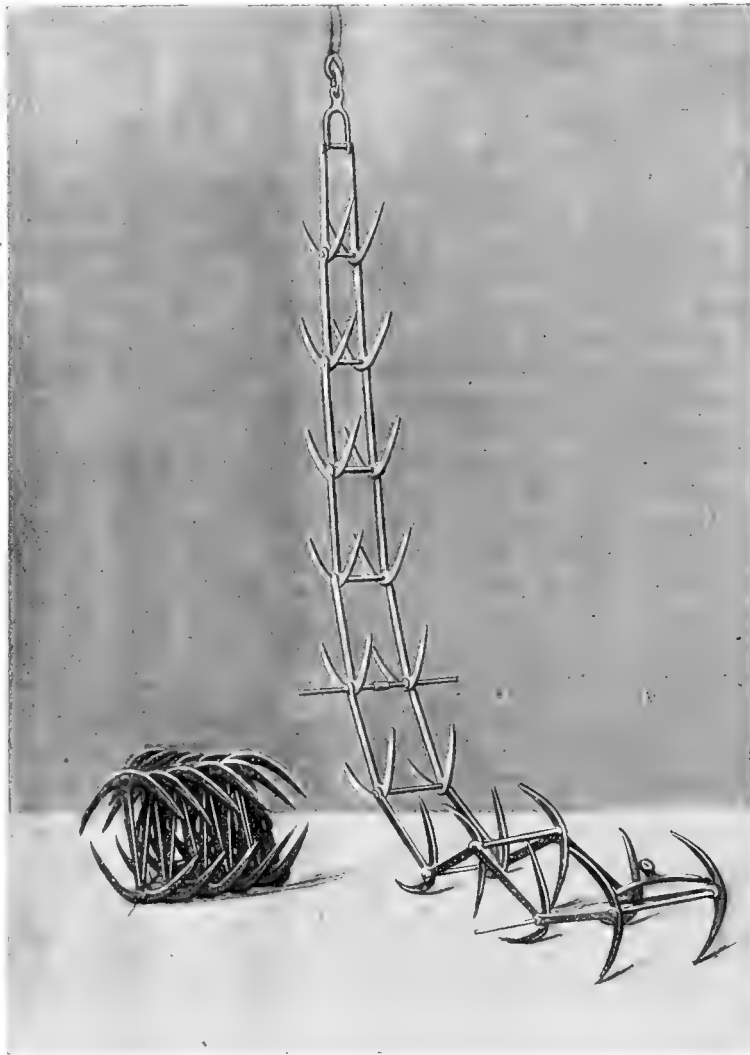


Fig. 19. — Ancre-horse Renard, pliée et dépliée.

elle y mord par un grand nombre de points. Le délestage qu'elle provoque en se posant est graduel et ne crée pas de brusque rupture d'équilibre; et, dans le cas où le ballon remonte, il relève progressivement la chaîne, maillon par maillon, et se releste d'autant¹.

¹ En pratique, on donne aux appareils d'ancrage les poids suivants, d'après le cubage du ballon :

	POIDS DE L'ANCRE
Ballon de 300 mètres cubes	8 à 10 kgs
— de 500 —	12 à 15 —
— de 800 —	18 à 20 —
— de 1,200 —	25 à 30 —

VI. — L'INDUSTRIE DU BALLON EN FRANCE.

La construction du matériel aérostatique a pris, depuis quelque temps et surtout en France, un assez grand développement; néanmoins, le nombre est très limité des ateliers de construction dignes de ce nom, en dehors bien entendu de l'Établissement militaire de Chalais. En voici la liste par ordre alphabétique, et nous croyons bien n'en pas oublier :

Eugène Godard et Louis Godard, dignes héritiers d'un nom illustre en aérostation;

Lachambre, le constructeur des *Santos-Dumont* et du *Severo*, industriel décédé, mais dont l'atelier subsiste;

Mallet, le constructeur du *Méditerranéen*;

Surcouf, enfin, l'éminent secrétaire de la Classe spéciale d'Aérostation à l'Exposition de 1900, et l'un des apôtres les plus convaincus de la science aéronautique; on lui doit la construction du *Lebaudy*.

VII. — CONCLUSION.

Quelque rapide qu'ait été forcément notre examen du matériel usité dans les ascensions, nous espérons tout au moins avoir démontré que la construction de cet engin n'est point abandonnée à un empirisme rudimentaire et que toutes les précautions sont prises, au contraire, pour assurer la complète sécurité aux voyageurs, aéronautes habituels ou passagers occasionnels, qui se confient à la nacelle d'un ballon.

Ces conditions de sécurité statiques, en quelque sorte, nous les retrouverions si nous examinions maintenant comment peut être et doit être conduite une ascension, et nos lecteurs seraient assurément convaincus alors qu'il n'est pas plus téméraire de monter en ballon qu'en voiture, et peut-être moins qu'en automobile, lorsque l'on se confie à un guide prudent et expérimenté.

L-Colonel G. Espitallier.

LES PHÉNOMÈNES DE LUMINESCENCE ET LEURS CAUSES

Lorsque nous voulons produire de la lumière, nous ne disposons que d'un moyen pratique : nous portons un corps à l'incandescence en le chauffant vers 1.000 à 1.500°. Ce mode de production de la lumière est aussi théoriquement le plus simple, parce que la température, homogène en tous les points du corps incandescent, est un facteur bien déterminé : les principes de Thermodynamique sont applicables. Si le corps incandescent est un corps *noir* absorbant indistinctement et complètement toutes les radiations, le rayonnement devient une fonction déterminée de la température seule : c'est la loi de Kirchhoff.

Malheureusement, le corps *noir* est une simple conception de l'esprit, tout comme un corps parfaitement élastique ou un gaz parfait. Tous les corps, même le noir de fumée ou le noir de platine, ont une sorte de prédilection pour certaines radiations; leur pouvoir absorbant et leur pouvoir émissif dépendent de la longueur d'onde. Nous utilisons cette propriété sélective des corps dans les procédés récents d'éclairage par le bec Auer ou la lampe Nernst; les terres rares qui constituent le corps incandescent émettent, dans certaines régions du spectre, plus de lumière qu'un corps *noir* à la même température : c'est cette propriété très générale qui constitue la *luminescence*.

Toutes les propriétés de la lumière montrent qu'elle est due aux vibrations d'un milieu différent de la matière, l'éther. Et, cependant, la matière a

une influence considérable sur les propriétés de ces vibrations : elle change leur intensité (absorption), leur vitesse de propagation (dispersion), leur forme et leur direction (double réfraction, polarisation rotatoire). Ainsi nous devons bien admettre qu'entre l'éther et la matière, il existe des actions mutuelles. Y a-t-il entraînement total ou partiel de l'éther par la matière, réaction de la matière aux ébranlements de l'éther, frottement et amortissement des vibrations de l'éther par la matière? Toutes ces hypothèses, et d'autres encore, ont servi de point de départ à des théories des phénomènes optiques, sans qu'aucune d'elles ait pu recevoir une confirmation entière de l'expérience.

La production de la lumière constitue exactement le même problème; ce sont vraisemblablement les mêmes actions mutuelles entre l'éther et la matière qui entrent en jeu, mais en sens inverse. Tout ébranlement communiqué aux particules matérielles à l'intérieur d'un corps doit entraîner un mouvement de l'éther; ce mouvement pourra dépendre à la fois de la nature de l'ébranlement initial, du mouvement pris par la particule et enfin des actions qui s'exercent entre la matière et l'éther. Les propriétés des radiations émises dépendront, en général, de toutes ces conditions. Nous pouvons concevoir que l'ébranlement initial soit tout différent des mouvements vibratoires simples, constituant les radiations finales : la balle, la fronde, animées de mouvements uniformes, le choc

sur un corps élastique déterminent des mouvements vibratoires qui se traduisent par la production de sons.

Ces remarques nous font prévoir combien seront multiples les causes de production de la lumière, combien les qualités de la lumière seront variables avec les causes déterminantes.

L'élévation de la température ne sera que l'une des causes capables de déterminer un changement dans les mouvements intramoléculaires; les oscillations lumineuses, les vibrations ou les chocs électriques, les transpositions dans le groupement ou dans l'orientation des atomes pourront déterminer de semblables mouvements intramoléculaires et la production de lumière.

E. Wiedemann¹ catalogue les phénomènes de luminescence d'après la cause qui les produit; il en distingue quatorze espèces et en omet encore quelques-unes (refroidissement, électrolyse...). Il n'est pas possible de donner aujourd'hui une classification rationnelle de ces phénomènes; les observations se sont multipliées depuis cinquante ans sans modifier beaucoup les interprétations hypothétiques de ces phénomènes que E. Becquerel donnait dans son *Traité sur La Lumière*, en 1868.

Si nous connaissions le mécanisme des phénomènes de luminescence, nous devrions les classer d'après les transformations d'énergie dont ils dépendent. Nous pouvons dès maintenant les diviser en deux catégories :

I. La luminescence est due à une transformation réversible; elle peut être produite indéfiniment sur un même échantillon en le soumettant aux mêmes effets. Dans ce cas, l'équilibre intra-moléculaire, détruit par une action extérieure, se rétablit spontanément quand l'action cesse.

II. La luminescence est liée à un phénomène irréversible; elle est due à la destruction, par une cause extérieure, d'un état d'équilibre instable physique ou chimique. D'après la loi générale d'Ostwald², les corps qui prennent naissance les premiers dans une transformation sont non pas les plus stables, mais les plus instables parmi ceux qui sont possibles dans les conditions de l'expérience. Cette forme instable peut se maintenir en faux équilibre pendant longtemps et faire *explosion* avec production de lumière sous des influences diversés.

I. — PHÉNOMÈNES DE LUMINESCENCE RÉVERSIBLES.

A la première catégorie se rattachent les cas de luminescence suivants :

1° La *Photoluminescence*, produite par une excitation lumineuse. La fluorescéine, le sulfure de calcium sont lumineux après avoir été exposés à la lumière; les radiations les plus rapides et surtout l'ultra-violet ont le plus d'action pour exciter la photoluminescence;

2° L'*Electroluminescence*, produite par le passage d'un courant continu ou alternatif à travers les gaz, par exemple dans des tubes contenant un gaz sous pression réduite;

3° La *Cathodoluminescence*, observée d'abord par Crookes en plaçant un corps solide au foyer d'une cathode dans une ampoule où la pression du gaz est très réduite; l'émission de chaleur et de lumière est due au bombardement par les corpuscules chargés négativement que lance la cathode;

4° La *Luminescence par les rayons-canaux*, due au choc du corps matériel avec les particules positives qu'attire la cathode;

5° La *Luminescence par les rayons de Röntgen*. La luminescence des écrans au platino-cyanure de baryum est utilisée en radioscopie;

6° La *Radioluminescence*, produite par les corps radio-actifs sur un grand nombre de corps qui possèdent déjà les autres variétés de luminescence;

7° La *Luminescence des corps solides par les rayons de décharge* au voisinage d'une étincelle électrique.

§ 1. — Photoluminescence.

Dans le cas de la photoluminescence, la source de perturbations est une vibration lumineuse de l'éther; elle est amortie et absorbée par les particules matérielles; celles-ci transmettent inversement à l'éther une partie de l'énergie qu'elles en ont reçue et déterminent une nouvelle émission lumineuse.

L'énergie fournie aux particules matérielles par la radiation incidente peut être restituée plus ou moins rapidement à l'éther, suivant que les perturbations intermoléculaires déterminées par la radiation excitatrice disparaissent plus ou moins vite. La photoluminescence prendra le nom de *fluorescence* si le corps cesse très vite d'être lumineux; elle s'appellera *phosphorescence* si elle dure le temps nécessaire pour transporter le corps à l'obscurité, c'est-à-dire au moins quelques secondes.

En passant de l'état gazeux à l'état liquide, et surtout de l'état liquide à l'état solide, les liaisons entre les particules matérielles deviennent plus actives et l'équilibre se rétablit plus difficilement; aussi la phosphorescence s'observe plus souvent dans les solides, la fluorescence dans les liquides et surtout dans les gaz. Une expérience de Wiede-

¹ E. WIEDEMANN : *Wien. Ann.*, t. XXXIV, p. 448 (1888); voir Sonderabdruck : *Ueber Lumineszenz*, Erlangen, 1901.

² OSTWALD : *Zeit. f. Phys. Chem.*, t. XXII, p. 289 (1897), t. XXXIV, p. 248, 1900.

mann¹ montre bien que la fluorescence et la phosphorescence ne diffèrent que par la rapidité avec laquelle s'effectue le retour à l'état initial. Les solutions d'éosine ou de fluorescéine dans l'eau sont simplement fluorescentes; si l'on ajoute de la gélatine à la solution, elle prend en séchant une consistance progressivement croissante et, en même temps, la durée de la luminescence augmente; quand la masse est arrivée à un état à peu près solide, elle possède une véritable phosphorescence.

Le dissolvant joue, d'ailleurs, un rôle très complexe dans la majorité des cas; il peut rendre plus difficile le retour des particules dissoutes à l'état initial, mais il peut aussi déterminer des changements dans les groupements atomiques du corps dissous; la cryoscopie, la conductibilité mettent souvent en évidence des influences de cette nature. Cette action mutuelle du dissolvant et des corps dissous est particulièrement remarquable dans les dissolutions solides des composés minéraux. Les sulfures de calcium, de baryum, de strontium ne sont pas luminescents par eux-mêmes. Si l'on y ajoute certains autres sulfures également non luminescents (bismuth, manganèse, cuivre), on obtient des dissolutions solides remarquablement phosphorescentes; par contre, l'addition d'un troisième sulfure contenant un métal magnétique (fer, cobalt, nickel) empêche toute phosphorescence².

Le rôle de l'impureté que constitue le corps dissous dans ces dissolutions solides serait peut-être, d'après E. Wiedemann, de mettre l'énergie incidente sous une forme où elle puisse être absorbée par le dissolvant. L'étude des composés organiques a conduit, comme nous le verrons, à une conclusion analogue.

Comme tous les corps absorbent la lumière, on conçoit que la propriété de restituer sous forme lumineuse une partie de l'énergie absorbée doit être très générale. La phosphorescence de longue durée ne s'observe guère que dans quelques diamants, quelques fluorines et surtout dans les dissolutions solides dont le dissolvant est un sulfure de calcium, de baryum, de strontium ou de zinc. La phosphorescence pendant quelques secondes seulement devient un phénomène beaucoup plus général; tous les sels des métaux alcalino-terreux, un grand nombre de sels alcalins, l'acide arsénieux, le papier, le sucre, etc., sont lumineux quand on les transporte rapidement à l'obscurité après exposition à la lumière. En réduisant à quelques dix-millièmes de seconde, au moyen du phosphoroscope, le temps qui s'écoule entre l'observation et l'action

lumineuse, Becquerel⁴ a trouvé une fluorescence dans un très grand nombre de composés minéraux et dans tous les composés organiques.

Ces méthodes d'observation sont encore insuffisantes pour certains corps, tels que les platino-cyanures, les dissolutions liquides; ils ne sont pas luminescents dans le phosphoroscope et sont cependant très fluorescents, car ils s'illuminent d'un vif éclat dans le spectre ultra-violet. On peut admettre, sans dépasser beaucoup les limites de l'expérience, que les corps non photo-luminescents, s'il en existe, sont de rares exceptions. Le quartz serait l'une d'elles.

La présence de certains atomes ou groupements d'atomes dans la molécule augmente, parfois considérablement, la durée de l'éclat de la luminescence. En Chimie minérale, les métaux alcalino-terreux, l'aluminium³, l'uranium, le radical acide des platino-cyanures communiquent à leurs dérivés une vive fluorescence. Dans les composés organiques, les groupements les plus actifs sont le carbéthoxyle, le cyanogène, les liaisons éthyléniques, les chaînes hexagonales à deux liaisons parallèles³. Ces complexes atomiques, appelés *lucifères* ou *fluorophores*, ne suffisent pas à donner à la molécule une vive fluorescence; ils devraient encore se trouver dans le voisinage d'autres groupements, assez mal définis jusqu'ici, et auxquels appartiendrait la propriété d'émettre la lumière; le rôle des groupes fluorophores serait d'absorber les radiations lumineuses et de fournir l'énergie aux groupes émissifs. Kauffmann remarque, à l'appui de cette hypothèse, que la plupart des complexes fluorophores sont aussi des chromophores dans la chimie des couleurs. Les fluorophores joueraient, dans les molécules organiques, le même rôle que les impuretés, d'après Wiedemann, dans les sulfures phosphorescents.

¹ E. BECQUEREL : *La Lumière*, t. I, livre VI.

² Cette propriété de l'alumine se retrouve dans les verres; l'absorption du spectre ultra-violet par le verre est un fait connexe.

³ HEWITT : Fluorescence as related to the constitution of organic substances. *Rep. Brit. Assoc.* Southport, 1903, p. 628.

KAUFFMANN et BEISSWENGER : Ueber Fluoreszenz-Untersuchungen über das Ringsystem des Benzols. *Berichte*, t. XXXVI, p. 2494, 1903; t. XXXVII, p. 2612, 1904.

HENRICH et OFFERMANN : Zusammenhang zwischen Fluoreszenz und chemische Constitution bei Derivaten des Benzoxazols. *Ber.*, t. XXXVII, p. 3108, 1904.

H. KAUFFMANN : Ueber Fluoreszenz. *Jahrb. der Rad. und Elek.*, I, p. 339, 1904.

HEWITT : Ueber die Beziehung zwischen der Konstitution und der Fluoreszenz einiger Substanzen. *Zeit. Phys. Chem.*, t. XXXIV, p. 1, 1900.

KEHRMANN : *Arch. Sc. Ph. et Nat. de Genève*, 1900, p. 84 et 291; Ueber Fluoreszenz. *Berichte*, 1904, p. 3381.

ARMSTRONG et LOWRY : The Phenomena of Luminosity. *The chem. News*, t. LXXXVIII, p. 89, 1903; *Proceedings of the Roy. Soc.*, t. LXXII, p. 258, 1904.

R. MEYER : Fluoreszenz und chemische Constitution. *Zeit. f. Phys. Chem.*, t. XXIV, p. 468, 1897; *Berichte*, t. XXXVI, p. 2967, 1903.

⁴ E. WIEDEMANN : *loc. cit.*

⁵ P. WAENTIG : Zum Chemismus phosphoreszierender Erdkalisulfide. *Zeit. f. phys. Chem.*, t. LI, p. 435, 1905.

Suivant une autre interprétation adoptée sous des formes différentes par Hewitt, par Armstrong et Lowry, la fluorescence serait due à une transformation tautomérique de la molécule, transformation occasionnée ou facilitée par la présence de certains groupements atomiques.

L'existence simultanée d'un groupe fluorophore et d'une tautométrie sont peut-être nécessaires pour produire la fluorescence, d'après R. Meyer; quoi qu'il en soit, ces hypothèses sont encore très loin d'être établies sur des bases solides. L'étude des spectres de luminescence n'a pas conduit à des résultats plus précis.

§ 2. — Luminescence d'origine électrique.

Les autres cas de luminescence, dans cette première classe des phénomènes réversibles, sont dus à des excitations d'ordre électrique. Ils occupent une place d'honneur dans l'histoire des théories modernes, car nos conceptions actuelles de la matière sont nées des observations de Crookes sur la cathodoluminescence, de son hypothèse d'un quatrième état de la matière, la matière radiante. Les propriétés chimiques des corps s'expliquent en admettant simplement l'existence d'un petit nombre d'atomes distincts, unis par des forces mystérieuses d'affinité chimie en groupements moléculaires innombrables. Ces atomes ne sont, en définitive, que les termes limites de l'analyse chimique. Le perfectionnement des méthodes analytiques, en particulier l'électrolyse, a permis bien des fois de scinder ce qui avait été longtemps considéré comme un atome chimique. L'étude de la décharge électrique dans les gaz a obligé les physiciens à admettre que les atomes chimiques peuvent encore être scindés en constituants distincts, possédant des charges électriques, des masses, des vitesses différentes. Nous nous représentons aujourd'hui l'atome neutre non pas comme une masse insécable, mais comme un système planétaire : au centre se trouve un énorme noyau central, portant une charge positive; c'est de lui que dépendent essentiellement les affinités chimiques, les propriétés de l'atome. Il est entouré de *corpuseules* infiniment petits par rapport à l'atome, chargés négativement, et décrivant leur orbite autour du noyau central avec des vitesses colossales, de l'ordre de la vitesse de la lumière. Tandis que les noyaux centraux sont distincts pour les différents corps, les corpuseules négatifs sont, au contraire, identiques; ils constituent peut-être l'atome d'électricité, d'après Crookes¹. Si une cause extérieure vient à introduire une perturbation, même minime, dans le

mouvement d'un corpuseule, cette masse extrêmement petite, animée d'une très grande vitesse, pourra se détacher du système planétaire; le corpuseule négatif et le résidu positif s'entoureront ensuite de molécules neutres en donnant des *ions* complexes.

Cette conception de la matière nous fournit une explication simple de la lumière constituée par des oscillations électromagnétiques : les expériences de Rowland, de Pender ont établi qu'une charge électrique en mouvement crée un champ électromagnétique; la lumière ne sera alors que la conséquence d'un mouvement oscillatoire des corpuseules, des groupes positifs et négatifs qui constituent l'atome, ou même des groupements plus complexes formés par les ions. Sous l'influence d'une élévation de température, d'une vibration électromagnétique de la lumière, d'un choc avec des corpuseules étrangers, un corps matériel pourra s'ioniser; un nouvel état d'équilibre s'établira, mais en donnant naissance à un mouvement oscillatoire des charges électriques, par conséquent à la production d'une onde électromagnétique, c'est-à-dire à de la lumière⁴. L'ion joue le même rôle que le résonateur de Herz, avec des périodes d'oscillation beaucoup plus courtes.

II. — PHÉNOMÈNES DE LUMINESCENCE IRRÉVERSIBLES.

Pour les phénomènes de luminescence qui appartiennent à la seconde catégorie, le mécanisme de l'ébranlement atomique est beaucoup moins bien connu; en tous les cas, l'équilibre dans la molécule ou dans l'atome doit être différent avant et après la luminescence, puisque celle-ci ne se produit qu'une seule fois pour un échantillon de matière déterminé.

A cette catégorie appartiennent les phénomènes de luminescence suivants :

1° *La Chimie-luminescence*, ou dégagement de lumière dans certaines réactions chimiques, indépendamment de l'élévation de température;

2° *La Luminescence autour des électrodes* pendant l'électrolyse d'une dissolution²; elle est probablement due, comme la luminescence dans les flammes, à la présence de vapeurs salines dans un gaz chaud qui entoure les électrodes;

3° *La Triboluminescence*, produite par une action

¹ Pour les propriétés spectroscopiques des différents groupes électrisés, voir :

J. STARK : Ueber die Entstehung der elektrischen Gasspektren. *Ann. d. Physik*, t. XIV, p. 506, 1904.

P. DRUDE : Optische Eigenschaften und Electronentheorie. *Ann. d. Physik*, t. XIV, p. 677 et 936, 1904.

² WERNER VON BOLTON : Ueber das Leuchten der Ionen. *Zeit. f. Elektroch.*, t. VIII, p. 767, 1903; Ueber elektrisches Leuchten. *Id.*, t. IX, p. 913, 1903.

⁴ W. CROOKES : The stratification of Hydrogen. *The Chemical News*, t. LXXXV, p. 97, 1902.

mécanique sur un grand nombre de corps cristallisés;

4° *La Crystalloluminescence*, observée pendant le refroidissement de quelques solutions saturées;

5° *La Luminescence par précipitation*, phénomène jusqu'ici assez rarement observé en précipitant un sel par un réactif approprié¹;

6° *La Lysiluminescence*², qui ne se produit qu'en dissolvant dans l'eau les chlorures alcalins colorés par les rayons cathodiques;

7° *La Thermoluminescence*, émission subite de lumière quand on élève rapidement la température de certains corps solides;

8° *La Cryoluminescence*, un phénomène analogue observé par Dewar en refroidissant quelques corps dans l'air et surtout dans l'hydrogène liquides.

Nous devrions ajouter enfin la *Bioluminescence* des êtres vivants, due vraisemblablement à une réaction chimie-luminescente.

§ 1. — Chimie-luminescence.

Les changements dans les groupements des atomes et des valences doivent donner lieu à des perturbations considérables dans les mouvements intra-moléculaires et dans les positions relatives des charges atomiques. Toutes les réactions chimiques devraient être luminescentes.

A température élevée, elles le sont à peu près toutes : certaines radiations sont émises par les corps réagissants avec plus d'intensité que par un corps noir à la même température. En particulier, la coloration des flammes par les gaz ou vapeurs est un phénomène de chimie-luminescence. Hiltorf, Siemens ont montré qu'un corps gazeux n'émet aucune radiation lumineuse par le seul fait de son élévation de température. La flamme non éclairante de l'hydrogène ou de l'oxyde de carbone, celle du gaz d'éclairage³ dans un brûleur Bunsen ne donnent ni lignes ni bandes dans le spectre visible; on y distingue seulement un fond à peine lumineux. Si l'on introduit dans ces flammes certains gaz et surtout des vapeurs de sels métalliques, elles prennent une coloration spéciale; le spectroscope montre l'apparition de raies ou de

bandes caractéristiques des éléments introduits dans la flamme. On a admis longtemps que la flamme n'intervient que par sa température élevée pour dissocier les vapeurs et permettre aux atomes métalliques de donner leur spectre de luminescence. Les recherches de Pringsheim⁴ ont montré que l'émission de lumière est la conséquence d'une réduction produite par les gaz de la flamme : un sel de sodium volatilisé dans un gaz inerte ne donne ni absorption ni émission de lumière; mais les raies caractéristiques apparaissent immédiatement si l'on introduit un gaz réducteur (H, CO) ou même du charbon. Je rapprocherai de ces observations un fait depuis longtemps connu⁵. Le soufre, l'hydrogène sulfuré, brûlant à l'air, ne donnent aucune discontinuité dans le spectre; au contraire, des traces d'un composé sulfuré, même de gaz sulfureux ou d'un sulfate, font apparaître des bandes dans la flamme de l'hydrogène, en même temps que du soufre se dépose sur les corps froids placés dans la zone lumineuse.

Les réactions chimiques luminescentes à basse température sont jusqu'ici peu nombreuses; cela tient vraisemblablement à ce que l'élévation de température, comme la diminution de pression dans les gaz, augmente la liberté des mouvements intra-moléculaires et diminue l'amortissement des oscillations atomiques.

Le phosphore a fourni le premier exemple connu de chimie-luminescence; il a donné lieu à un très grand nombre de travaux, sans que les causes de cette luminescence et les phénomènes qui l'accompagnent aient été complètement élucidés. Les faits suivants semblent définitivement établis par l'expérience :

1° La luminescence ne se produit qu'en présence d'oxygène sous une pression inférieure à la pression atmosphérique; l'addition de gaz étrangers tantôt favorise, tantôt empêche la luminescence⁶;

2° L'oxyde phosphoreux joue un rôle capital dans la luminescence⁷;

3° La luminescence est accompagnée de la production d'ions de très faible mobilité⁸.

¹ PRINGSHEIM : Emission des gaz. *Congrès international de Physique de Paris*, 1900, t. II, p. 100.

² SALET : *Traité élémentaire de Spectroscopie*, Paris, 1888, p. 174; p. 178.

³ Voir CENTNERSZWER : Ueber den katalytischen Einfluss verschiedener Gase und Dämpfe auf die Oxydation des Phosphors. *Zeit. Phys. Chem.*, t. XXVI, p. 1.

⁴ THORPE et TRUTTON : *Chem. News*, t. LXI, p. 212; t. LXIV, p. 304.

⁵ E. JUNGFLEISCH : Sur la phosphorescence du Phosphore. *C. R.*, t. CXL, p. 444, 1905.

⁶ HARMS : Die elektrischen Erscheinungen bei der Phosphoroxydation. *Jahrbuch der Radioakt. und Electr.*, t. I, p. 291, 1904.

⁸ BLOCH : L'ionisation par le phosphore et par les actions chimiques. *Journal de Phys.*, s. 4, t. III, p. 913, 1904.

¹ E. BANDROWSKI : Ueber Lichterscheinungen während der Krystallisation. *Zeit. phys. Chem.*, t. XV, p. 323, 1894; t. XVII, p. 234, 1895.

² Lysiluminescence est plus correct que Lyoluminescence, terme adopté par Wiedemann. λσω donne λσσι en composition.

WIEDEMANN et SCHMIDT : Ueber Lumineszenz. *Ann. d. Ph.*, t. LIV, p. 619, 1895.

³ Le cône central bleu d'un brûleur Bunsen donne un beau spectre de bandes attribuées généralement au carbone (spectre de Swan). Les nouveaux brûleurs Meker fournissent ce spectre avec un éclat remarquable; la bande rouge de Smith est très visible; la bande indigo, signalée comme large, est dédoublée en deux groupes très distincts.

Quelques autres corps solides donnent également un phénomène de luminescence pendant leur oxydation; le sodium et le potassium ont une luminescence assez vive au moment où on les coupe à l'air; en les filant à travers un orifice étroit, on obtient un ruban très lumineux.

On connaît, enfin, de nombreuses réactions chimiques qui s'accompagnent d'une émission de lumière au sein d'un liquide, par conséquent à une température *moyenne* inférieure à 100°. Citons, par exemple, l'action de l'acide perchlorique sur la chaux, du bromure de soufre sur les alcalis concentrés, les réactions du chlore ou du brome sur l'ammoniaque à chaud¹. La réduction d'un hypochlorite ou d'un hypobromite par l'amalgame de sodium donne également lieu à un dégagement de lumière²: la luminescence se produit nettement autour des bulles d'hydrogène même éloignées de l'amalgame, et, cependant, elle n'a pas lieu avec l'hydrogène amené d'un gazomètre. Comme dans toutes les réactions chimiques où il se forme un gaz ou une vapeur, l'hydrogène que dégage l'amalgame est électrisé; il est très possible que la luminescence soit corrélative des charges électriques entraînées par le gaz; les ions portant ces charges peuvent réagir sur l'hypochlorite, alors que les molécules d'hydrogène restent inactives.

L'action des hypochlorites et hypobromites sur l'ammoniaque, sur les composés amidés, surtout sur l'oxamide et sur l'urée, donne encore lieu à un dégagement de lumière³, toujours accompagné d'une effervescence d'azote. La formation d'azote n'entraîne pas la luminescence; le chlorhydrate d'hydroxylamine, par exemple, donne une vive effervescence et pas de lumière. Au contraire, je n'ai jamais observé de luminescence sans effervescence; avec quelques corps, tels que la pipéridine, il y a production d'un trouble, mais ni luminescence, ni effervescence: il suffit de verser le mélange liquide sur une surface imprégnée d'essence de térébenthine pour déterminer simultanément le dégagement de lumière et de gaz. L'action du chlore sur la pipéridine⁴ donne une huile un peu explosive C⁵H⁹.AzCl; les hypochlorites doivent donner un produit analogue. Le même phénomène s'observe avec l'urée et la dissolution d'acide hypochloreux. Dans ce dernier cas, le trouble se rassemble après quelques minutes en gouttelettes huileuses, qui font explosion avec dégagement de lumière au contact de l'essence de térébenthine. Chestakov⁵ a montré que, dans la réaction de l'urée

sur les hypochlorites, il se forme un corps intermédiaire contenant un groupement = AzCl. Il faut donc admettre que les seuls corps capables de donner une luminescence sont ceux qui forment avec les hypochlorites ou hypobromites un composé très instable, analogue au chlorure d'azote, se décomposant spontanément avec dégagement de lumière.

C'est encore à la décomposition spontanée d'un composé intermédiaire instable qu'il faut, je crois, attribuer la luminescence dans une classe nombreuse de réactions étudiées par Radziewski, par Perkin, par Dubois¹. Beaucoup de composés organiques légèrement chauffés deviennent lumineux quand on y projette de la soude ou de la potasse. La réaction se produit très facilement en ajoutant un fragment de soude à une dissolution de ces corps dans le toluène, la ligroïne, le chloroforme. Les composés qui fournissent cette réaction sont:

1° Un grand nombre de carbures aromatiques, à chaînes latérales, surtout le xylène, le cymène...

2° Les alcools contenant plus de quatre atomes de carbone;

3° Les aldéhydes et leurs combinaisons ammoniacales;

4° Les corps gras, plus particulièrement les huiles grasses et leurs acides isolés; beaucoup d'acides constituant les résines;

5° Les éthers-oxydes, en particulier l'éther;

6° Un grand nombre d'essences à fonctions chimiques diverses, telles que l'essence de térébenthine, de géranium, de lavande.

La luminescence ne se produit avec tous ces corps que s'ils ont été partiellement oxydés, par exemple s'ils ont absorbé de l'oxygène par exposition à l'air et à la lumière. L'essence de térébenthine fraîchement distillée ne luit pas; mais l'essence grasse de térébenthine, obtenue en abandonnant l'essence à l'air et au soleil, donne une belle lumière. L'aldéhyde benzylque, même à l'ébullition, n'est pas lumineuse; elle émet une très vive luminescence si, après l'avoir abandonnée quelque temps en flacon ouvert, on la chauffe vers 60° avec un peu de magnésium ou de baryte.

Tous ces corps susceptibles de donner des réactions lumineuses après oxydation sont, au moins dans leur ensemble, ceux auxquels Schönbein attribuait la propriété d'ozoniser l'oxygène de l'air. Des recherches plus récentes ont montré qu'il y a en réalité formation de peroxydes, composés instables,

velle synthèse de l'hydrazine. *Bull. de la Soc. Phys. Chim. Russe*, 1903, p. 1.

¹ RADZIEWSKI: Ueber die Phosphorescenz der organischen und organisierten Körper. *Lieb. Ann. de Chem.*, t. CCIII, p. 305, 1880.

PERKIN: *Journal of the Chem. Soc.*, t. XLI, p. 365.

DUBOIS: *C. R.*, t. CXXXII, p. 431, 1900.

¹ Voir TRAUTZ: Ueber neue Lumineszenz-Erscheinungen. *Zeit. f. Electrochemie*, t. X, p. 393, 1904.

² J. GUINCHANT: Luminescence de l'acide arsénieux. *C. R.*, 1905, t. CXL, p. 1234.

³ BALLY: *Ber. d. d. ch. G.*, t. XXI, p. 1772, 1888.

⁴ CHESTAKOV: Action des hypochlorites sur l'urée; non-

susceptibles de donner avec les alcalis des sels plus instables encore. M. Berthelot¹ isola de l'éther un peroxyde d'éthyle $C^2H^5.O.O.C^2H^5$. A. Baeyer et Villiger² ont préparé ce composé par l'action de l'eau oxygénée sur le sulfate neutre d'éthyle et montré qu'il subit une autocombustion spontanée quand on en approche un fil de cuivre chauffé; la potasse le décompose en donnant un produit détonant $C^2H^5.O.OK$. Le dérivé méthylé correspondant fournit un sel de baryum qui explose par simple contact. Ces auteurs ont obtenu de même un peroxyde de benzoyle $(C^6H^5.CO)^2.O^2$, qui, avec les alcalis, forme des sels $C^6H^5.CO.O.M$ déflagrant facilement par la chaleur. Dans l'oxydation de l'aldéhyde benzoïque à l'air, il se forme l'acide correspondant $C^6H^5.CO.O.OH$.

De même, Engler et ses élèves³ ont démontré la formation de peroxydes instables dans l'oxydation de l'essence de térébenthine, de l'amylène, de l'hexylène.

Trautz et Shorigin⁴ ont signalé toute une série de réactions luminescentes obtenues en ajoutant du peroxyde de sodium ou de l'eau oxygénée en solution alcaline à des composés organiques à fonctions très diverses : aldéhydes, phénols, alcools, carbures, amines.... : la luminescence est souvent accompagnée d'une explosion avec le peroxyde de sodium solide. Les conditions réalisées dans ces expériences sont simplement celles qui rendent plus facile et plus rapide la formation de sels de peroxydes dans les réactions de Radziewski. Trautz et Schorigin concluent de leurs propres observations et de celles d'Engler que *la formation et la décomposition d'aldéhydes peroxydées, l'augmentation qu'elles produisent dans la vitesse d'oxydation, méritent d'être prises en considération en même temps que la possibilité d'une fluorescence.*

Les expériences de Baeyer et Villiger semblent permettre une affirmation plus précise et plus générale : le sel de peroxyde doit jouer le rôle principal dans toutes ces réactions chimie-luminescentes. Le dégagement de lumière est-il dû à la décomposition spontanée du peroxyde ou à l'oxydation du produit primitif par ce peroxyde, l'expérience pourra facilement le montrer; pour le moment, il résulte des observations de

Baeyer et Villiger que la première hypothèse est la plus vraisemblable.

C'est certainement encore à des phénomènes du même genre qu'est due la réaction luminescente de Lenard et Wolf¹ : quand on verse une solution d'alun dans le révélateur d'Eder (carbonate de potasse ou bicarbonate de soude, sulfite de soude et pyrogallol), il arrive *souvent* que le liquide s'illumine, surtout si l'on a fait absorber de l'oxygène par le révélateur. Lenard et Wolf attribuent la luminescence à la combustion du pyrogallol par l'oxygène qu'entraînerait l'alumine en se précipitant. Trautz signale une réaction tout à fait semblable trouvée à son laboratoire : on verse de l'eau oxygénée dans une solution contenant du bicarbonate de soude, du pyrogallol et du formol. Il n'y a plus ici précipitation d'alumine, mais on retrouve les mêmes conditions : action de l'oxygène ou d'un peroxyde sur l'acide pyrogallique en présence d'un alcali et d'un réducteur. Dans les deux cas, il y a probablement formation d'un composé peroxydé du phénol, qui se détruit spontanément au moment où commence l'effervescence de gaz carbonique.

Trautz signale enfin qu'il y a luminescence dans l'oxydation ou la chloruration d'un grand nombre de composés aromatiques, tels que l'acétanilide, la diphenylamine, le tanin, l'acide pyrogallique, etc. Il semble rationnel d'admettre encore le même mécanisme de luminescence que dans la chloruration des amides, dans l'oxydation de l'éther, de l'aldéhyde benzylique ou de la térébenthine : il se forme un composé instable qui se détruit avec production de lumière, soit par élévation de température, soit en présence de l'un des constituants du mélange. La luminescence est le résultat d'une explosion et non pas d'une transformation oscillatoire des atomes entre deux groupements moléculaires réversibles.

§ 2. — Triboluminescence.

C'est encore à une transformation brusque et non réversible que doivent être attribués les phénomènes de triboluminescence. On connaît depuis fort longtemps un certain nombre de corps qui émettent de faibles lueurs quand on les casse, quand on les broie, quand on les frotte. Cette propriété constitue la triboluminescence.

Les exemples de corps triboluminescents les plus anciennement connus sont² : le diamant, la fluorine, beaucoup de minéraux, le nitrate d'urane, le chlorure de calcium, l'acide arsénieux, le sulfate de potasse, le chlorure et le phosphate de mercure, enfin quelques composés organiques tels que le sucre candi

¹ BERTHELOT : *Ann. Ch. et Ph. s.*, t. XVII, p. 229 (1832).

² A. BAEYER et VILLIGER : *Ber. d. Deut. Chem. Gesell.*, t. XXXIII, p. 3387, 1900.

A. BAEYER et VILLIGER : *Ber. d. D. chem. Ges.*, t. XXXIII, p. 1379, 1900.

³ ENGLER : Partiellement en collaboration avec Wild et avec Weissberg. *Ber. d. Deut. chem. Ges.*, t. XXX, p. 1669, 1897; t. XXXI, p. 3043 et 3055, 1898; t. XXXIII, p. 1090.

⁴ TRAUTZ et SHORIGIN : Ueber Chemielumineszenz. *Zeit. f. wiss. Photographie*, t. III, page 121, mars 1905. Ce Mémoire m'a été signalé et communiqué par M. le Professeur Trautz en même temps que le Mémoire de M. Bandrowsky pendant que je corrigeais les épreuves de cette conférence.

¹ LENARD et WOLF : *Ann. d. Phys.*, t. XXXIV, p. 918, 1883.

² E. BECQUEREL : *La Lumière*, t. I, Livre II, p. 33 à 42.

et l'acide tartrique. Andreocci¹ et Tchugaev², ont étendu considérablement le nombre des composés organiques triboluminescents. Sur 400 composés organiques étudiés par Tchugaev, il en a trouvé 121, soit 30 %, qui possédaient la triboluminescence; citons, parmi les corps les plus usuels, l'acide oxalique, le formiate et l'oxalate d'ammoniaque, beaucoup de sucres, et, parmi les composés benzéniques, le chlorhydrate d'aniline, la résorcine et l'hydroquinone, l'acide salicylique, l'anhydride phtalique, l'acétanilide, la saccharine, l'antraquinone, un très grand nombre d'alcaloïdes et leurs sels. M. Trautz et M. Gernez³ ont ajouté à cette liste plusieurs sels minéraux et organiques.

M. Muthmann signale encore comme triboluminescents les hydrures métalliques, surtout les hydrures de cérium et de lanthane; dans le même ordre d'idées, on peut rappeler que l'uranium et la fonte d'uranium donnent de très belles étincelles quand on les agite dans un flacon de verre.

Quelle peut être la cause de cette émission lumineuse. Tout d'abord on peut attribuer les vibrations lumineuses à des oscillations extrêmement rapides des particules matérielles revenant à leur position d'équilibre, après une déformation mécanique. Le calcul permet de trouver facilement les dimensions que l'on devrait attribuer à une tige pour qu'elle donnât lieu à des vibrations longitudinales ayant l'ordre de fréquence des oscillations lumineuses: on trouve que cette tige devrait avoir des dimensions voisines de $\frac{1}{10} \mu\mu$, c'est-à-dire l'ordre de dimension des molécules. Ainsi les molécules reprenant leur état d'équilibre après une rupture peuvent effectuer des vibrations dont la fréquence serait de l'ordre de celle de la lumière; elles détermineraient une émission lumineuse par entraînement de l'éther.

Il peut paraître superflu de chercher une autre origine aux faibles lueurs des corps triboluminescents si l'on songe combien est petite la quantité d'énergie mise en jeu dans ces phénomènes: le choc d'un poids d'un gramme tombant d'un centimètre fournit une quantité d'énergie qui, transformée en lumière, serait capable d'impressionner notre œil pendant 1400 ans⁴.

Avec cette interprétation, la triboluminescence devrait être une propriété générale des corps solides. Les cas observés, déjà très nombreux, se multiplieront certainement encore par l'emploi d'une méthode plus sensible; mais rien ne permet

d'affirmer actuellement que tous les corps soient triboluminescents. Cette explication de la triboluminescence par une transformation de l'énergie extérieure peut s'appliquer à quelques corps pour lesquels le phénomène se reproduit indéfiniment avec un même échantillon; elle ne s'applique certainement pas dans la majorité des cas. Le plus souvent, en effet, le cristal perd la propriété d'être triboluminescent après avoir émis quelques éclairs par pression ou par grattage; sa forme et ses propriétés générales ne sont, cependant, en rien modifiées. La triboluminescence ne peut alors être attribuée qu'à une transformation interne non réversible, à l'explosion d'un groupement atomique en équilibre instable. L'énergie extérieure joue le rôle de l'étincelle enflammant un tonneau de poudre. J'ai trouvé⁵ un cas bien typique de ces transformations explosives dans la rupture des larmes bataviques; on sait que ce sont des masses de verre trempé, dans lesquelles existe un état de tension anormale mis en évidence par la double réfraction. La rupture de ces larmes est accompagnée d'une luminescence jaune, quelquefois assez vive. C'est peut-être à un phénomène analogue et pas du tout à un bombardement corpusculaire que doit être attribuée la luminescence quand on casse une ampoule à vide⁶. Le verre, comprimé par la pression atmosphérique, a dû prendre lentement un état d'équilibre qu'il perd brusquement au moment de la rupture.

Pour les composés organiques, Andreocci et Tchugaev ont observé quelques relations, encore assez vagues, entre la triboluminescence et la constitution moléculaire; certains groupements atomiques favorisent la triboluminescence, et ce sont souvent les mêmes qui activent la photoluminescence: l'hydroxyle, le carbonyle, l'azote tertiaire et secondaire, une chaîne fermée; fait remarquable, les composés triboluminescents à carbone dissymétrique donnent des racémiques qui ne sont pas triboluminescents.

Armstrong et Lowry⁷ attribuent à tous les phénomènes de luminescence la même origine: l'existence de changements isomériques dans la molécule. Ces auteurs ont étudié quelques composés susceptibles d'exister sous deux formes tautomériques: le phénylformylacétate de menthol, la saccharine, et surtout quelques dérivés du camphre; ils ont trouvé que ces composés sont tribolumi-

⁴ Expérience inédite. On doit protéger la figure par un écran de verre.

⁵ Voir J. BURKE: On a suggestion by professor J. J. Thomson in connexion with the luminescence of glass due to cathode-rays. *Philos. Mag.*, s. 5, t. XXXIX, p. 115, 1895.

⁶ ARMSTRONG: The conditions determinative of chemical change and of electrical conduction in gases and on the phenomena of luminosity. *The Chemical News*, t. LXXXV, p. 211, 1902.

ARMSTRONG et LOWRY: *Loc. cit.*

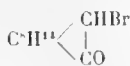
¹ ANDREOCCHI: *Gazz. chim. ital.*, (1), t. XXIX, p. 516.

² L. TCHUGAEV: Ueber Tribolumineszenz. *Ber. d. d. chem. Gesell.*, 1901, t. II, p. 1820.

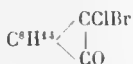
³ GERNEZ: Triboluminescence des composés métalliques. *C. R.*, 1905, t. CXL, p. 1337.

⁴ GUILLAUME: *Rev. gén. des Sciences*, 1892, t. III, p. 17.

nescents alors que les composés analogues pour lesquels n'existe pas de tautomère possible ne le sont pas. Par exemple, l' α -bromocamphre



est triboluminescent, mais l' α -chloro- β -bromocamphre



ne l'est pas. Le choc, le broyage, détermineraient la transformation subite d'une forme tautomère instable qui se serait maintenue accidentellement lors de la cristallisation. Il y aurait lieu de rechercher dans cet ordre d'idées si les pseudo-acides et les pseudo-bases¹ où existent les formes tautomères possèdent généralement la triboluminescence.

Il est possible que ces transformations tautomériques, ou simplement des transformations isomériques, soient l'une des causes de la luminescence dans les composés organiques et même dans les composés minéraux. Cette cause n'est pas la seule.

Un grand nombre de corps cristallisent avec des formes géométriques différentes suivant la nature du dissolvant, suivant la température; des traces de matières étrangères suffisent aussi quelquefois à changer la forme du cristal sans changer sa composition; enfin, il peut se former des combinaisons variables du dissolvant et des corps dissous. A chaque espèce de cristaux, à chaque phase solide, correspond une zone de stabilité; mais, si les limites de stabilité sont dépassées lentement, une phase peut se maintenir en faux équilibre tant qu'une cause étrangère minime ne vient pas amorcer sa transformation.

J'ai montré que la triboluminescence de l'acide arsénieux est due à une transformation cristalline. Ce corps cristallise généralement en octaèdres cubiques; on trouve, cependant, dans la nature des cristaux clinorhombiques (Claudérite) et leur formation a été observée bien souvent en faisant cristalliser l'acide arsénieux dans des dissolvants variés: dans l'acide azotique (Kühn), dans la potasse (Pasteur), dans l'acide sulfurique (Sainte-Claire Deville et Debray, Des Cloizeaux)².

En laissant évaporer lentement une dissolution d'acide arsénieux dans l'acide chlorhydrique concentré, on obtient de superbes octaèdres³ d'environ

un centimètre de côté; examinés de suite au microscope polarisant, ils présentent des plages très fortement biréfringentes, formées de lamelles prismatiques; ces cristaux sont triboluminescents. Leur biréfringence s'atténue et la triboluminescence disparaît après les quelques heures de manipulation que nécessitent les mesures optiques.

L'existence d'une corrélation entre la biréfringence et la luminescence apparaît d'une façon probante quand on observe, sur la lame du microscope polarisant, une goutte d'une solution chaude d'acide arsénieux dans l'acide chlorhydrique dilué. On voit alors se former un grand nombre d'octaèdres cubiques et quelques longues aiguilles biréfringentes qui s'accroissent en chapelets; en pressant sur la lamelle, ou quelquefois spontanément, on aperçoit un éclair: l'aiguille visée n'est plus biréfringente et se trouve remplacée par une chaîne d'octaèdres. La luminescence est donc incontestablement produite par la transformation des cristaux biréfringents en cristaux cubiques.

Ces deux causes de triboluminescence, transformation isomérique et transformation cristallographique, sont, à ma connaissance, les seules qui aient été établies sur des données expérimentales. Il en existe certainement bien d'autres, et l'imagination s'est donné libre cours dans ce domaine des hypothèses. On a parlé de circuit électrique, d'effluves, d'influence des impuretés, sans apporter le moindre fait à l'appui de ces conjectures. Quelques expériences de Trautz semblent montrer que les impuretés ne jouent aucun rôle: les purifications successives ou l'addition de corps étrangers ne changent pas l'intensité de la triboluminescence.

§ 3. — Cristalloluminescence.

La cristalloluminescence est la propriété de certaines solutions saturées à chaud d'émettre de la lumière pendant leur refroidissement. Rose⁴ cite les cas de luminescence connus à son époque: le sulfate de potasse, l'acide arsénieux, le sulfate de cobalt, le fluorure de sodium, l'azotate de strontium; il y ajoute le chromate et le séléniate de potasse. La luminescence pendant le refroidissement du chlorure de calcium fondu dans son eau de cristallisation avait été remarquée par Homberg en 1693. Plusieurs autres cas de cristalloluminescence ont été signalés récemment par Trautz, soit en solution aqueuse, soit avec les sels fondus; on connaît enfin quelques exemples de luminescence pendant la cristallisation de composés organiques

¹ Voir P. TH. MULLER: *Rev. gén. des Sciences*, 1905; t. XVI, p. 417.

² DES CLOIZEAUX: *Sur l'acide arsénieux clinorhombique*. *C. R.*, t. CV, p. 96, 1887;

voir DAMMER: *Handbuch der anorganischen Chemie*, t. II, 1, p. 169.

³ Le développement exagéré des faces tétraédriques montre que ces octaèdres sont en réalité formés de deux tétraèdres inverses inégalement développés.

⁴ H. ROSE: *Ueber die Lichterscheinungen bei der Krystallbildung*. *Pogg. Ann.*, t. XXXV, p. 481, 1835; t. LII, p. 449 et 585, 1841; t. LIX, p. 448, 1843.

dans des dissolvants variés¹. On a attribué la cristalloluminescence à une différence d'état moléculaire du sel dissous et des cristaux, à une réaction chimique réversible², à une transformation de formes tautomériques. L'explication paraît beaucoup plus simple. Le phénomène se présente toujours sous l'aspect suivant : La solution ou le sel fondu, abandonnés au refroidissement, donnent des cristaux qui recouvrent les parois du vase sans que l'on observe aucun dégagement de lumière; lorsque la température devient assez basse, on commence à voir des étincelles isolées, éclatant en différents points de la masse cristalline avec un petit bruit à peine perceptible. Si l'on touche les cristaux avec une baguette de verre, si l'on agite la solution pour briser les croûtes solides, la luminescence devient plus vive, et, dans ce dernier cas, s'étend à toute la masse. Enfin, les cristaux séparés de la solution sont triboluminescents quand on les prend entre les doigts, quand on les frotte ou les casse. Ces observations ne sont pas nouvelles : elles sont signalées par Homberg en 1693 pour le chlorure de calcium, par Wöhler en 1824 pour le sulfate de potasse, par Rose en 1841 pour l'acide arsénieux. MM. Bandrowski, Trautz, Höring, Armstrong, Guinchant, Gernez ont retrouvé toujours les mêmes phases du phénomène : la luminescence se produit sur les cristaux formés et non pas pendant leur formation; elle est déterminée par une rupture, spontanée ou voulue, dans la masse des cristaux, et ceux-ci sont triboluminescents. On ne voit plus dès lors pourquoi considérer la cristalloluminescence comme un phénomène spécial; elle constitue simplement un cas particulier de triboluminescence, où la rupture du cristal peut se produire spontanément pendant le refroidissement. Trautz et Schorigin, Guinchant, Gernez ont publié la même interprétation à quelques semaines d'intervalle sans avoir connaissance de leurs travaux respectifs.

§ 4. — Luminescence par précipitation.

Un cas de luminescence très analogue a été observé par Bandrowski en précipitant les dissolutions aqueuses des chlorures alcalins par l'acide

chlorhydrique ou par l'alcool; il y aurait lieu de rechercher si les cristaux, au moment de leur précipitation, sont chimiquement et physiquement identiques au sel pur sous sa forme stable. La luminescence semble bien avoir encore pour origine les cristaux *formés*, car elle exige une agitation du mélange.

§ 5. — Thermoluminescence.

L'élévation de température est l'une des méthodes les plus sûres pour faire cesser un état instable d'équilibre moléculaire. C'est aussi une cause très générale de luminescence : un très grand nombre de corps photo et triboluminescents sont aussi *thermoluminescents*, c'est-à-dire dégagent de la lumière quand on les chauffe brutalement; cette propriété est, d'ailleurs, toute passagère; Dufay, en 1733, avait déjà reconnu que les minéraux phosphorescents par la chaleur perdent cette propriété quand on les calcine. On trouve dans le traité d'E. Becquerel sur *la Lumière* (I, 46) la nomenclature d'un grand nombre de minéraux et de sels thermoluminescents; citons comme exemples : le diamant, la fluorine, les minerais de calcium, de baryum et de strontium, les sels de soude et de potasse, l'acide arsénieux. Pour les composés organiques, la thermoluminescence est certaine dans quelques cas, mais elle peut être attribuée à une combustion partielle dans beaucoup d'expériences faites au contact de l'air à une température un peu élevée.

Les transformations chimiques ou physiques qui accompagnent la thermoluminescence ont été mises en évidence dans quelques cas.

Pour beaucoup de minéraux ou de composés chimiques hydratés, un dégagement de vapeur d'eau se produit au moment de la luminescence : c'est le cas du sulfate de potasse, d'après les très anciennes expériences de Dessaignes; c'est aussi le cas de l'oxyde de chrome, des acides titanique, tantalique, niobique et de quelques minéraux étudiés par Rose. Ces décompositions d'hydrates, souvent accompagnées d'une polymérisation de l'oxyde, produisent, au moment de la thermoluminescence, une élévation de température faible, tout à fait hors de proportion avec celle qui correspondrait à une véritable incandescence de la masse⁴. L'émission de lumière cesse, d'ailleurs, après la transformation, quoique la température du corps chauffé continue à s'élever. On peut citer encore comme transformation chimique le dégagement d'hélium trouvé par Ramsay au moment de la thermolumi-

¹ HOERING : Zur Kenntniss des Anethols. *Ber. d. d. chem. Gesell.*, 1904, t. XXXVII, p. 1557.

ARMSTRONG et LOWRY : *Loc. cit.*

² TRAUTZ et SCHORIGIN : Kristallolumineszenz und Tribolumineszenz. *Zeit. f. wiss. Photographie*, t. III, p. 80, 17 février 1905.

J. GUINCHANT : Luminescence de l'acide arsénieux, note présentée à l'Acad. des Sciences de Paris, le 17 avril 1905, publiée le 28 avril 1905. Sur les phénomènes de luminescence : *Journ. de Phys.*, s. 4, t. IV, p. 413, 1905.

GERNEZ : Sur la lumière émise par les cristaux d'acide arsénieux. C. R., 1905, t. CXL, p. 4134, note communiquée le 25 avril, publiée le 30 avril 1905. *Id.*, p. 4234 et p. 4337.

⁴ H. ROSE : Ueber die Lichterscheinung beim Glühen des Chromoxyds und des Gadolinits. *Pogg. Ann.*, t. LIX, p. 479, 1843; t. LII, p. 596, 1841.

nescence de quelques minéraux : la fergusonite, la clévéite, la samarskite, la brøggerite.

Quant aux transformations physiques qui accompagnent la thermoluminescence, elles ont été très peu étudiées; Regnault a trouvé que la densité de la fluorine augmente par calcination; la gadolinite et la samarskite ont, d'après Rose, des densités et des chaleurs spécifiques différentes avant et après la thermoluminescence; il en est de même pour la fergusonite et l'axinite, d'après MM. Ramsay et Travers¹.

L'équilibre moléculaire qui se détruit avec dégagement de lumière à température élevée pouvait être une forme stable à la température ordinaire : le sulfate de potasse reprend à l'air humide l'eau perdue par chauffage et redevient thermoluminescent; il en est de même pour le sulfate de quinine. Dans la plupart des cas, l'état initial semble, au contraire, correspondre à un équilibre instable, même à la température ordinaire. De nombreuses expériences montrent que l'effet habituel d'une élévation de température doit être simplement de rendre plus facile le retour à l'état d'équilibre. C'est ainsi que les phénomènes de luminescence de la première catégorie sont toujours activés par le chauffage, l'intensité de la luminescence augmente aux dépens de sa durée. La phosphorescence du sulfure de calcium devient sensiblement plus vive par la moindre radiation calorifique ou électrique, comme aussi par une action mécanique minime telle qu'un frottement, un courant d'air : tous ces ébranlements déterminent un retour plus rapide à l'état d'équilibre modifié par la lumière, à la recombinaison des ions séparés par l'énergie lumineuse d'après Wiedemann et Schmidt².

Ce rôle de la température est particulièrement remarquable dans quelques cas d'excitation appartenant à la première catégorie. Beaucoup de corps ne prennent pas une luminescence très sensible sous l'action de la lumière, des rayons X, des étincelles; mais, si l'on vient ensuite à les chauffer, on trouve qu'ils sont devenus thermoluminescents; la thermoluminescence peut ainsi être *revivifiée* indéfiniment. On peut laisser écouler entre l'excitation et le chauffage un temps plus ou moins long suivant la nature du corps : une semaine, par exemple, pour le sulfate de zinc manganésifère, six mois pour le sulfate de chaux, plusieurs années

pour la fluorine. Ces expériences intéressantes, dues à Wiedemann, montrent bien que la chaleur ne fait qu'accélérer le retour à l'état primitif.

Par contre, un refroidissement augmentera la difficulté du retour à l'état primitif et pourra retarder ou arrêter l'apparition de la luminescence. MM. Lumière, R. Pictet et Altschul, Dewar³ ont observé que les corps rendus phosphorescents cessent d'être lumineux dans les gaz liquéfiés vers -150° C., mais le redeviennent par réchauffement.

§ 6. — Cryoluminescence.

Un fort abaissement de température peut aussi produire comme un échauffement, une émission de lumière; ce sera, suivant la terminologie de Wiedemann, un phénomène de cryoluminescence.

Dewar, Michaeli² ont observé que les matières organiques, quelques verres, certains cristaux deviennent momentanément lumineux quand on les plonge dans l'air ou mieux encore dans l'hydrogène liquides. Faut-il voir là le passage à une nouvelle modification, stable seulement à une température très basse; ou bien, comme le propose M. Dewar, la production d'actions électriques spéciales : les expériences sur lesquelles s'appuie cette dernière hypothèse ne semblent pas probantes, même à leur auteur, et ne sont d'ailleurs nullement incompatibles avec une transformation moléculaire. Cela revient à peu près — qu'on me permette cette comparaison banale — à attribuer la production d'énergie dans une machine à vapeur tantôt au mouvement du piston, tantôt à la combustion du charbon.

Il importe, en effet, de ne pas oublier, et ce sera là notre conclusion, que les phénomènes de luminescence constituent une transformation d'énergie dont la matière est la machine. J'ai tenté de résumer nos connaissances actuelles sur les formes nombreuses de l'énergie que la machine peut transformer en mouvement vibratoire de l'éther. L'ion par lequel s'effectue la transmission du mouvement est un organe indispensable de la transformation; c'est de lui surtout que dépendra la fréquence des mouvements vibratoires transmis à l'éther, c'est-à-dire la constitution du spectre de luminescence³.

J. Guinchant,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Caen.

¹ RAMSAY et TRAVERS : Fergusonite, ein endothermes Mineral. *Zeit. f. phys. Chem.*, t. XXV, p. 569, 1898.

² THROWBRIDGE et BURBANK : Phosphorescence produced by Electrification. *Phil. Mag.*, s. 5, t. XLV, p. 100, 1898;

HOFFMANN : Ueber Entladungsstrahlen und einige Beziehungen derselben zu den Kathodenstrahlen und Röntgenstrahlen. *Ann. d. Phys.*, t. LX, p. 269, 1897;

WIEDEMANN et SCHMIDT : *Wied. Ann.*, t. LVI, p. 246, 1895;

SCHMIDT : Ueber die Beziehung zwischen Fluorescenz und Actinoelectricität. *Ann. d. Ph.*, t. LXIV, p. 708, 1898.

³ R. PICTET et M. ALTSCHUL : Ueber das Verhalten der Phosphoreszenzerscheinungen bei sehr tiefen Temperaturen. *Zeit. Phys. Ch.*, t. XV, p. 386, 1894;

A. et L. LUMIÈRE : Influence des températures très basses sur la phosphorescence. *C. R.*, t. CXXVIII, p. 549;

DEWAR : *Proc. chem. Soc.*, vol. X, p. 171.

² DEWAR : *Proc. of the Roy. Soc.*, t. LXXVIII, p. 360, 1901;

MICHAELI : Influence de la température sur la lumière émise par les corps phosphorescents. *Arch. Sc. Ph. et Nat. de Genève*, s. 4, t. XII, p. 5, 1901.

³ Conférence faite au Lab. de M. Haller à la Sorbonne.

AUGUSTE COMTE ET L'HISTOIRE SCIENTIFIQUE

REMARQUES SUR L'ARTICLE POSTHUME DE PAUL TANNERY

En lisant l'article posthume de P. Tannery sur « Auguste Comte et l'Histoire scientifique », un petit nombre de personnes n'ont pas été sans éprouver quelque surprise. Qui connaît, après maintes constatations, le soin très scrupuleux que prenait ce savant à recourir aux textes originaux, est naturellement porté à penser qu'en disciple respectueux et avoué de Comte, M. Tannery avait pris temps de lire et de méditer toute l'œuvre du grand philosophe. Or, tout positiviste s'aperçoit bien que M. Tannery, subissant le charme du style limpide de Littré, auquel la grande majorité de nos contemporains s'est abandonnée, ne paraît pas avoir pris une suffisante connaissance de la *Politique* et de la *Synthèse* de Comte. Enfin, tout en rendant hommage à M. Pierre Laffitte, il ne fixe pas assez son attention sur l'une de ses œuvres capitales, la *Philosophie première*, où sont déjà levées systématiquement, comme je vais le montrer, la plupart des critiques modernes.

I

Ce silence du *Discours inaugural* est, d'ailleurs, d'autant plus regrettable que P. Tannery se refuse à disjoindre dans ce grand Descartes, avec qui il n'hésite pas à comparer Comte, le savant du métaphysicien : le créateur de la *Géométrie générale* de l'auteur des *Principes* et des *Méditations*. Ne semble-t-il point, cependant, qu'en regardant toute exposition partielle de l'œuvre d'un homme comme (§ III) « entreprise essentiellement contraire au véritable point de vue historique », il y ait quelque inconséquence à apprécier Comte en laissant de côté sa contribution sociologique (1).

Voici encore le jugement singulier auquel, à son insu, la logique impeccable accule un juge, un instant inattentif : P. Tannery, qui peut-être ignorait les vrais motifs de la rupture de Littré, et les conditions où elle s'effectua, reconnaît bien, aujourd'hui, après tant d'autres, que la *Politique positive* est la suite naturelle de la *Philosophie positive* et « que, loin d'y dévier de sa voie primitive, Comte n'a fait qu'y poursuivre systématiquement et logiquement les déductions auxquelles le poussaient l'ensemble de ses prévisions » (1, § 4). Mais, tout en se déclarant « positiviste au sens large du mot » (1, § 2), pour avoir admis le concept de la relativité scientifique enseignée par la *Philosophie positive*, il en vient à traiter de « positiviste au sens étroit

du mot » celui qui adhère au système des *déductions logiques* du principe de positivité universellement, et par lui, consenti. En persistant à conclure comme Littré, après avoir rendu hommage à la continuité de l'œuvre d'A. Comte, P. Tannery ne dénonce-t-il pas très curieusement l'incohérence des appréciations modernes sur le positivisme ?

Certes, le principe de positivité admis, il est loisible de discuter les propositions et applications que Comte et ses successeurs en ont tiré. Mais il est inadmissible qu'on rejette en bloc, sans discussion, une œuvre aussi colossale, aussi originale, aussi logiquement enchaînée que la *Politique positive*.

Examinons ici, par exemple, les critiques spéciales de Paul Tannery.

II

L'hommage du savant à l'ensemble du *Cours de Philosophie positive* dispenserait de donner une juste idée de la valeur scientifique de Comte si deux appréciations, l'une exagérée, relative à la Mathématique et à la Physique, l'autre erronée, concernant la Biologie, n'invitaient à présenter quelques observations.

Tout en expliquant les difficultés qu'eut Comte à se tenir au courant du développement des sciences mathématiques et physiques, P. Tannery, qui, en conséquence, l'excuse, affirme que « Comte est relativement arriéré en ce qui concerne les sciences mathématiques et physiques, par rapport au temps où il publia son cours de Philosophie positive ». On aimerait à trouver, sous la plume de l'estimable critique de la science antique, une assertion étayée de quelques exemples. Essayons, néanmoins, en l'absence d'une accusation précise, d'esquisser une défense dans ce nouveau procès de tendance. Ouvrons, à cette fin, les deux ouvrages français les plus autorisés sur l'état des sciences, en particulier de la science mathématique, durant le premier tiers du XIX^e siècle : le *Rapport sur les progrès de la Géométrie*, par M. Chasles (1870), et l'*Histoire des Sciences mathématiques et physiques*, par Maximilien Marie (t. XI-XII). N'oublions pas que la *Philosophie mathématique* de Comte (t. I) parut au cours de 1830, et la *Philosophie physique et chimique* (t. II) en 1835. Or, si l'on veut bien se rappeler que Comte n'a pas à s'occuper des détails mathématiques, mais qu'il ne vise qu'à condenser les principaux résultats de la science, afin d'en dégager

les méthodes, nous voyons qu'il a pris grand soin de noter toutes les fondations capitales de son temps. C'est ainsi que non seulement, tant au point de vue mathématique (t. I, p. 604) que physique (t. II, p. 426-462), il apprécie la *Théorie analytique de la Chaleur*, de Fourier, mais encore il rend un spécial hommage à son immortel auteur en lui dédiant sa *Philosophie*. Et l'œuvre de Fourier avait paru en 1822.

L'Électrodynamique, révélée par Ampère en 1820, et l'Électromagnétisme, découvert en 1827, sont appréciés au tome II (pp. 549-560), de 1835.

Et c'est précisément à l'extrême admiration de Comte pour l'œuvre si positive de Fourier et d'Ampère qu'il faut attribuer le silence du philosophe sur la théorie ondulatoire de Young et de Fresnel. Seul, ce silence paraît pouvoir lui être légitimement reproché; car, les deux fameuses réputations de l'époque, Poisson et Cauchy, sont, aujourd'hui, réduites à une plus simple expression. Je m'en rapporte à Marie, qui n'est certes point suspect de partialité sympathique envers Auguste Comte. Or, si celui-ci se refusait, en 1835, à admettre l'existence du milieu éthéré, c'était qu'en effet l'observation positive n'en avait pas encore décelé la réalité. L'éther n'apparaissait aux esprits non prévenus que comme le milieu subjectif des phénomènes de luminosité et d'électricité cosmiques. Fourier venait, en partant du *problème du mur*, de construire la Thermologie, sans rien emprunter aux hypothèses. Il était logique que des esprits philosophiques encourageassent les savants à tenter des entreprises analogues, pour la lumière et l'électricité. L'œuvre de Maxwell (1865) pouvait, sans doute, se réaliser ainsi, sous une autre forme, quelques décades plus tôt. On doit avouer que les expériences de Hertz (1888) ont seules donné aux idées de Young, Fresnel, Faraday, Maxwell, la sanction expérimentale toujours désirable. Cependant, Comte s'était finalement laissé gagner à la théorie ondulatoire, comme on peut le voir dans la *Synthèse subjective* (Int., §54-56 et 106), publiée en 1857. Le silence à ce sujet de la *Philosophie* n'était donc point dû à l'ignorance, mais à une sage réserve. On sait, d'ailleurs, qu'Auguste Comte, qui se seyait systématiquement de l'ingestion des journaux quotidiens, et ne lisait habituellement que les chefs-d'œuvre de la *Bibliothèque positiviste*, ne rompait son abstinence qu'en faveur des *Comptes rendus* académiques et de l'audition hebdomadaire des grands opéras.

Ainsi que le fit remarquer maintes fois P. Laffitte, il arrive quelquefois que des appréciations d'Auguste Comte choquent, à première vue, notre sentiment. Mais il est bien rare aussi qu'une méditation un peu soutenue ne fasse découvrir, sous sa forme litigieuse, une *profonde* vérité. L'éducation

scientifique offre, on le sait, une foule de cas semblables. Telle est même l'origine philosophique des *tours de physique*, sur lesquels l'accoutumance scientifique nous a blasés. Sous les phénomènes d'apparence bizarre présentés par l'habile opérateur « à l'honorable société », le physicien découvre vite le jeu des lois naturelles et banales. P. Laffitte aimait à rappeler, à ce sujet, « le renversement cérébral » qui se produit en chacun de nous, quand on passe des études mathématiques, triomphe de l'esprit déductif, aux recherches physiques, à base expérimentale, construites par induction. Les relations personnelles que Comte entretenait avec les savants de son temps et de son milieu, Delambre, Poinsot, Navier, Fourier, Carnot, Humboldt, Blainville, Balard, Williamson, Brewster, Dulong, Coriolis, Dunoyer, Stuart Mill, pour ne citer que les meilleurs, prouvent qu'il se tint, durant toute sa vie, au courant du mouvement actuel contemporain. S'il ne rendit pas, au début, une complète justice au génie d'Arago, c'est qu'il eut trop à souffrir des persécutions de ce grand homme et de son clan. Il est même permis de penser que, réciproquement, Arago eut quelque remords de cette injustice, et que la partialité qu'il confesse pour « trois ou quatre » circonstances académiques (Max. Marie : t. XII, p. 102), il se l'avouait, en de plus nombreux cas encore, dans les compromis de la vie journalière et les intrigues polytechniques. Quoi qu'il en soit, la noble lettre de Comte à Littré, du 27 février 1848, laisse, aux yeux de la postérité, le beau rôle moral à Auguste Comte.

Au point de vue des sciences cosmologiques, il n'a d'ailleurs point été rendu une suffisante justice à Comte. La haine, mauvaise conseillère, a inspiré à Max. Marie un coupable silence envers son ancien maître; et les savants modernes s'occupent trop peu de l'histoire scientifique pour avoir esquissé une rectification. Cet auteur, qui consacre, avec justice, une notice à Cournot, se garde bien de rien dire sur Comte. Et pourtant la substitution de la conception synthétique d'une *Géométrie générale* à la notion commune du moyen analytique cartésien capable d'y satisfaire méritait bien quelque attention. L'admirable plan de la *Géométrie*, et sa sobre exécution, sont œuvres si originales qu'elles ne font que de commencer à pénétrer l'enseignement classique. Au lieu de voir, en effet, dans la *Géométrie* analytique une simple « application de l'Algèbre à la Géométrie », Comte, restimulant l'idée régénératrice de Descartes, étudie moins l'*histoire naturelle* des courbes, que l'*histologie des formes*, « en soumettant les différentes questions à autant de méthodes uniformes nécessairement applicables à toutes les figures convenablement définies » (*Introduction*). C'est ainsi qu'il traite distinctement

les sept théories fondamentales (§ 32) : 1) Points déterminants; 2) Tangentes; 3) Asymptotes; 4) Diamètres; 5) Centres; 6) Similitude; 7) Quadratures, rectifications et cubatures. La théorie du nombre des *points déterminants*¹ d'une courbe lui est personnelle et requérait, dès lors, une mention expresse. Il convient encore de signaler sa *Théorie des nombres (Dynamique sociale, p. 128-131)*; *Synthèse* : Arithmétique, § 36-49), dans laquelle il explique l'origine des *nombres sacrés* pythagoriciens, et de laquelle il construit cette *Algèbre universelle* que la mort l'empêcha d'écrire, mais non d'appliquer, puisque les 500 pages compactes de cette extraordinaire *Synthèse* sont le fruit de cette méthode transcendante, pressentie par Aristote, dénommée par Bacon ou Leibnitz, définie par Comte, et qu'un génie à venir instituera². Rappelons encore son introduction systématique des méthodes de l'Algèbre et de la Géométrie moderne dans l'enseignement élémentaire. On ne se doute même pas de la révolution pédagogique qu'il préconise. Il y a là matière à une étude spéciale qui serait des plus utiles. On trouverait de même dans Comte les germes des méthodes de Géométrie non euclidienne (*Politique, t. III, § 764, p. 297-298*), sous une forme (empruntée, sans le savoir, à Lambert, de Mulhouse) plus simple, semble-t-il, que celles de Riemann ou de Lobatschewsky. Enfin, rappelons sa conception définitive de la méthode infinitésimale. C'est toujours là une question qui fait couler beaucoup d'encre. On cite souvent la discussion contenue dans la *Philosophie positive*. C'est la théorie finale de la *Synthèse* (Géom. diff., § 1-42) qu'il conviendrait de prendre. Là se trouvent fondues la conception infinitésimale et l'hypothèse corpusculaire. La démonstration du premier théorème de Thalès, ci-dessus visée, se rapporte à cette interprétation. Cette nouvelle théorie, où se trouve légitimée la théorie leibnitziennne, méritait bien les égards d'un juge impartial. Le persistant silence à cet égard des critiques mathématiciens prouve qu'elle reste plûtôt inconnue que méconnue. Nous mentionnerons finalement la subdivision positiviste de l'année en treize mois égaux de quatre semaines, auxquelles on ajouterait les jours complémentaires. C'est à cette division logique que vient de se rallier M. Achille Faure pour adapter son système complétif, aussi simple qu'ingénieux.

Quant à l'assertion de P. Tannery au sujet de Lamarck, il est aisé d'en montrer l'inexactitude. Comte fut, au contraire, le premier biologiste qui sut rendre justice à l'illustre naturaliste. Voici, en effet, ce qu'écrivait Blainville (*Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire, p. 1-2*) : « Le but que je m'étais proposé dans mon cours sur les principes de la Zoologie, démontrée par l'histoire de ses progrès depuis Aristote jusqu'à nous, et par conséquent le plan que j'ai dû suivre pour l'atteindre, m'ont conduit tout naturellement, et pour ainsi dire malgré moi, à signaler dans M. de Lamarck l'expression d'une de ces phases par lesquelles la science de l'organisation a dû passer pour arriver à son dernier terme, devant montrer enfin son véritable but; dans ma manière de voir, cette phase ne me paraît avoir pu être représentée par aucun autre naturaliste de notre temps, qu'importe le bruit qu'il a fait dans sa vie. C'est, j'en suis bien certain, ce qu'auront reconnu tous les esprits éclairés et compétents, qui, faisant abstraction des noms et des positions temporaires plus ou moins méritées qu'ont occupées les hommes au milieu desquels ils ont vécu, ont pu s'élever assez haut pour saisir une conception philosophique, et c'est en effet ce qui est arrivé, comme on peut le voir dans le *Cours de Philosophie positive* de M. Auguste Comte, qui, sous ce rapport, m'avait prévenu et même dépassé dans la haute estime que j'ai dû montrer pour le célèbre auteur de la *Philosophie zoologique*. » Ce témoignage est péremptoire. L'imputation de P. Tannery est, d'autre part, le résultat d'un oubli, puisque la *Philosophie zoologique* fait partie de la *Bibliothèque positiviste*. Le discernement de Comte est même d'autant plus remarquable qu'à la même époque Cuvier (Blainville, *ibid.*, p. 336) qualifiait de « fausse idée l'existence d'une série animale à laquelle nous croyons de moins en moins, à mesure que nous avançons davantage dans l'étude de la Nature ». On connaît, d'autre part, les persécutions de Cuvier contre Lamarck, et son acharnement contre sa mémoire (Blainville, *ibid.*, p. 324). Je rappelle cette inimitié pour montrer combien despotiques et injustes sont quelquefois les savants. Cuvier au Muséum, Arago à l'Observatoire et à l'Institut, exerçaient alors une véritable dictature; et leur arbitraire aveugle s'alourdit respectivement sur le fondateur de la *Philosophie zoologique* et sur le fondateur de la *Philosophie sociologique*. Sans doute, Comte ne s'était pas encore rallié formellement en 1838, date de la publication de sa philosophie biologique, au transformisme intégral. Mais qui oserait le lui imputer à crime quand, quarante ans plus tard, et après Darwin, un naturaliste comme Quatrefages se refusait encore à admettre la transmutation des espèces! Il a si

¹ Dans une édition subséquente, il y a lieu d'apporter la rectification signalée au § 110 de la Géométrie algébrique, in *Synthèse subjective*.

² La petite *Algèbre de la Logique* que vient de publier (Coll. *Scientia*) l'éditeur de Leibnitz, M. Louis Couturat, est une des applications mathématiques de cette *Logique universelle*.

bien jugé Lamarck qu'accolant à son nom celui de Buffon, il les nomme (*Politique*, t. I, p. 630) « les éminents fondateurs de la science vitale ». Il est tout prêt à se rallier au transformisme, puisqu'il déclare (§ 170; p. 443) que la continuité ou la discontinuité zootaxique est le vrai critère de la transformation des espèces. S'il reste sur la réserve, c'est que (§ 179; p. 452) l'observation n'a toujours révélé que la fixité d'espèces discontinues. N'est-il pas vrai, d'ailleurs, que de nos jours, après tant de travaux accumulés, et alors que tous les esprits libres sont ralliés au transformisme, la preuve irréfragable se dérobe à nos efforts, et que la doctrine évolutionniste a bien encore ses obscurités?

Rappelons aussi que Comte, constant admirateur de Gall, cette autre victime du « diplomatique » Cuvier⁴, reste, peut-être à cette heure même, son juge le plus perspicace et, à certains points de vue, son meilleur successeur.

Enfin, la conclusion de P. Tannery reste discutable. S'il pense qu'un monument philosophique comparable à celui de Comte est aujourd'hui impossible, c'est qu'il ne distingue peut-être pas assez la nature et la puissance du génie abstrait, coordinateur des apparences concrètes les plus disparates.

Une plus juste appréciation de l'œuvre de Comte va mieux ressortir encore de la critique adressée à la classification des sciences abstraites.

III

Tout d'abord, on n'en possède généralement qu'une idée incomplète, puisqu'on omet d'y mentionner la Morale. C'est même là l'un des indices les plus certains de la méconnaissance de la doctrine positiviste. Cette négation ou omission est le réactif révélateur du littérisme. Comte sépara — différencia — en effet la Morale de la Sociologie, en 1852, année même de sa rupture avec Littré.

Paul Tannery parle d'une classification *a priori*. Est-ce à dire que Comte a commencé par classer des sciences inexistantes ou mal définies? Ce ne saurait être. Faute d'un renseignement précis sur ce qualificatif ordinal, je ne puis qu'induire de l'exemple choisi que Tannery, inconsciemment suggestionné par la nature concrète de ses recherches sur l'histoire des sciences, ne s'attachait pas assez à distinguer la filiation théorique ou abstraite — ou l'enchaînement des phénomènes généraux et simples — de l'ensemble des conditions concrètes, de personnes et de milieu, qui lui sert de véhicule. Chaque objet est, en effet, un système très complexe de phénomènes simples, qu'il faut désen-

chevêtrer et séparer pour les mettre en étude. Or, que Tannery soutienne l'impossibilité de retracer convenablement l'évolution d'un genre de connaissances, sans tenir compte des conditions sociales au sein desquelles elle s'est opérée, c'est là une vérité incontestable que nul, mieux que Comte et Laffitte n'a mis en lumière: Descartes est bien un bel exemple à citer. Laffitte se gaussait assez de Cousin qui, en publiant les œuvres de Platon et de Descartes, n'aurait pas été admis à l'Académie grecque, faute de pouvoir lire la *Géométrie*. Mais, de ce fait, pouvons-nous déduire que, par l'interdépendance théorique et pratique signalée par H. Spencer, il n'y a pas réellement un enchaînement sériel des conceptions scientifiques: à coup sûr, cette opinion n'est pas soutenable. Et la classification positiviste, fondée sur la généralité décroissante qui coïncide avec la simplicité croissante, est, de l'aveu de Tannery, la meilleure que nous possédions. La meilleure! et cependant on en ignore la véritable économie. Elle n'a point, en effet, cette rectilinéarité qu'on lui croit. Le développement de la pensée de Comte entre 1822, date de la découverte, et 1857, date de la mort, a apporté à cette loi de classement des perfectionnements radicaux. P. Laffitte en donne l'histoire (t. I, p. 349-359) dans ce *Cours de Philosophie première* qui constitue bien l'un des livres les plus originaux et des toutes premières œuvres du XIX^e siècle. La postérité s'étonnera qu'il soit resté si longtemps inconnu à ses contemporains. Il est assurément regrettable que Paul Tannery, qui rend hommage « à la longue et vaillante carrière » de P. Laffitte, et lui prête l'idée d'avoir « enfermé de plus en plus l'École dont il était le chef dans le cercle de la Sociologie telle que Comte l'avait conçue », ait omis, dans cette leçon inaugurale au Collège de France, de la citer, et de donner ainsi à son vénérable prédécesseur un témoignage motivé d'estime scientifique.

Car quel savant d'aujourd'hui se doute même de l'existence des lois qui commandent à toute la hiérarchie scientifique?

Cette hiérarchie ne possédait pas, dans l'esprit de Comte, la constitution absolue, objectiviste, pourrait-on dire, que lui prête toujours l'enseignement classique en ses manuels de baccalauréat. P. Laffitte a donné la théorie de ses divers arrangements dans ce *Cours de Philosophie première* (19^e leçon professé en 1877-78, et publié (t. I) en 1889 et (t. II) en 1894. Cette série de sept sciences, bien loin d'être monotone, comporte 63 groupements, en ordre objectif, et autant de groupements, en ordre subjectif. Il y a donc là un arsenal assez riche pour répondre à toutes les objections de critiques insuffisamment préparés. Remarquons que chacune de ces constitutions hiérarchiques peut être choisie

⁴ Voir JULES SOURY: *Le Système nerveux central*, pp. 497-525.

de préférence, d'après la nature de la question étudiée. La CONSTITUTION UNITAIRE, par exemple, qui enclave tous les modes de spéculation scientifique abstraite (Ma, A, P, C, B, S, Mo), constitue la *Philosophie seconde*, où les lois de « philosophie première » revêtent un caractère particulier, en rapport avec la spécialité des phénomènes correspondants. Son meilleur siège dans notre pays est le Collège de France. L'une des CONSTITUTIONS BINAIRES : I. *Philosophie naturelle* (Ma, A, P, C, B) ; II. *Philosophie morale* (S, Mo) a son histoire. Dans cet ordre objectiviste, elle fut chère à Bacon, après que, dans l'ordre réciproque ou subjectif, elle avait constitué pour la théologie les empires respectifs du Dieu et du Démon. De nos jours, on la peut symboliser par l'opposition des Lettres et des Sciences. L'une des COMBINAISONS TERNAIRES : I. *Ordre matériel* (Ma, A, P, C) ; II. *Ordre vital* (B) ; III. *Ordre humain* (S, Mo), est, en réalité, la plus communément adoptée empiriquement par nos contemporains. C'est elle qui inspire l'organisation actuelle de l'instruction publique. Elle est respectivement représentée par l'École Polytechnique, le Muséum et la Faculté des Lettres. L'une des COMBINAISONS QUATERNAIRES semble devoir guider le progrès contemporain des sciences supérieures : I. La *Cosmologie* (Ma, A, P, C) reste acquise à la Faculté des Sciences ; II. La *Biologie* est dépecée par le Muséum, les Ecoles vétérinaires et médicales et leurs annexes ; III. La *Sociologie* reste en dehors des cadres classiques : elle s'élabore par la philosophie des Ecoles libres les plus disparates ; IV. Quant à la *Morale*, elle ne consiste guère, scolastiquement, qu'en un ramassis de vieux préceptes hétérogènes enlevés, après démarcation, aux vieilles synthèses théologiques, et mal cousus. En rapportant, au contraire, chacun de nos sentiments, chacune de nos idées, chacun de nos actes à l'Humanité, conçue comme un grand Être en perpétuelle amélioration, et dont chacun de nous forme un élément, Comte a vraiment posé la base de la Morale positive. On trouvait de même des COMBINAISONS QUINQUENAIRES, SEXENAIRES, SEPTENAIRES.

Que des contractions ou des extensions de la hiérarchie scientifique abstraite viennent à se produire, — et l'on peut croire avec P. Tannery qu'à bref délai il s'en produira (dans la Physico-chimie, par exemple), — le cadre positiviste est assez souple pour leur donner place. Telle la table chimique de Mendeleeff loge les nouveaux éléments au fur et à mesure de leur apparition ou de leur multiplication.

Quant au reproche de P. Tannery au sujet de la Médecine, il est facile à lever. Que les études médicales aient suscité des découvertes de lois générales présidant aux phénomènes vitaux est hors conteste. Les grands noms de Bichat, Broussais,

Cl. Bernard, pour ne citer que les plus illustres, en témoignent. Mais on sait que toute science abstraite, la Biologie comme les autres, dérive d'un art empirique. L'empire de l'humanité sur le monde comporte, en effet, deux modes distincts : l'un spontané, l'*empirisme* ; l'autre systématique, la *technique*. Entre eux s'intercale la connaissance scientifique. « L'arbre de la science » s'enracine dans l'humus empirique ; ses fleurs sont les beaux-arts ; ses fruits, les arts techniques. Or, la Biologie, ou science de la vie, transforme seule « l'empirique » en médecine. En tout cas, la Médecine, qui n'a ni objet d'étude ni méthode propres, ne constitue pas davantage une science abstraite, c'est-à-dire de phénomènes communs à une classe d'êtres de nature irréductible, que l'« art vétérinaire », son substratum ou son prolongement animal, ou que l'agriculture, son analogue végétal. De ce qu'Hippocrate et Copernic étaient, en même temps, encyclopédistes et médecins, doit-on en déduire que toutes les sciences sont des succédanés ou des satellites de la Médecine ? Le « Docteur » Copernic, par exemple, a écrit un livre sur le cours des monnaies (*De monetæ eudendæ ratione*, 1526, imprimé en 1816) ; faut-il se fier aux apparences, et conclure à l'opportunité d'un cours de change à la Faculté de Médecine de Paris ?

IV

Faute d'entrer en plus parfaite connaissance avec l'œuvre de Comte, P. Tannery a, sur un autre point, appesanti sa critique. Pourtant, le souvenir de la dixième leçon du *Cours de Philosophie première* lui eût rappelé les progrès incessants de la pensée de Comte. La *loi des trois états*, trouvée en 1822, a été remaniée jusqu'en 1854 ; et P. Lafitte lui-même a dégagé *explicitement* à ce sujet quelques idées restées à l'état *implicite* dans la formule de Comte. Lafitte développe, ainsi, Comte sans discontinuité. La hiérarchie scientifique abstraite doit, d'ailleurs, être considérée comme le prolongement de cette loi, dont elle règle le jeu. A la première formule : Théologie, Métaphysique, Positivité, il substitue définitivement les trois états *fiel*, *abstrait* et *positif*, qui se trouvent respectivement représentés dans les synthèses suivantes : *Fétichisme* ; mythologie théologique et ontologique, c'est-à-dire *Surnaturalisme* ou *Métaphysique* ; *Positivism*. En réalité, l'ancien état théologique n'est lui-même qu'une phase initiale de la Métaphysique (*Politique* ; t. III, p. 36-7), ainsi que nous allons le voir. Par cet examen, P. Tannery eût trouvé dans la *loi des trois états* autre chose qu'une précieuse « formule » empirique. Sans doute, lorsqu'en 1822 Comte la découvrit au bout

de « quatre-vingts heures de méditation continue », elle ne constituait encore, comme le voit judicieusement Tannery, qu'une loi empirique fournie par l'observation historique. Et les lois de Képler furent, longtemps aussi, empiriques. « C'a été, dit P. Lafitte (1, p. 347), d'abord la constatation d'un grand fait; mais il est inexact de dire que Comte s'en soit tenu là. Il a cherché à rattacher cette loi d'évolution aux dispositions théoriques plus générales encore de l'entendement humain. » C'est ainsi qu'il montre l'homme primitif, et même les animaux supérieurs, aux prises avec un monde qu'ils ne connaissent pas et sur lequel, cependant, il leur faut réagir. Formant spontanément l'hypothèse la plus simple, conformément à la *première loi de la philosophie première*, ils ont dû d'abord *zoomorphiser* ce monde inconnu, c'est-à-dire prêter à tous les objets des volontés fictives. Et c'est sur cette souche fétichique que se riva l'essor intellectuel de l'Humanité. Malgré notre orgueil de savants et de civilisés, chaque fois que nous sommes dans l'ignorance de l'origine d'un phénomène, nous prêtons involontairement aux choses nos sentiments intimes : *Sunt lacrimæ rerum, et mentem mortalia tangunt*. Les images poétiques, si abondantes dans la littérature moderne, ne sont rien autre chose que la manifestation de cet instinct primordial de notre nature. L'érudition germanique lui donna même l'étiquette de Panthéisme...

V

D'après ces rectifications, il n'est plus nécessaire d'insister longuement sur la définition de la Métaphysique. Elle apparaît maintenant comme la phase inévitable des synthèses abstraites. Entre le régime des volontés fictives et celui des lois positives, il fallait celui des attributs indéterminés. La conception « simpliste » de cette phase de transition n'était point dans le cerveau de Comte, mais dans celui de son critique insuffisamment renseigné. Pour éviter des explications plus étendues, jetons un coup d'œil sur le schème ci-contre (fig. 1), qui résume l'histoire, d'après Comte, de l'évolution historique. Entre les deux états synthétiques stables : Fétichisme (institution de la phase fictive) et Positivisme (institution de la phase scientifique et positive) s'étend le fossé ou le mur métaphysique. Cet âge du surnaturel (*Dynam. soc.*, § 90-100) débute sous la forme géolâtrique, avec le culte déjà élevé de *totems*. Puis, dans des conditions géographiques convenables, faciles à déterminer, il évolue, par l'astrolâtrie, le polythéisme, etc., pour finir par le matérialisme scientifique, préface du Positivisme. Dans sa formulation la plus générale, la Métaphysique est, suivant l'indication étymolo-

gique, la disposition mentale qui prête aux phénomènes abstraits une existence indépendante des objets qui les manifestent. La série de ses diverses institutions constitue un outillage de plus en plus perfectionné, à l'aide duquel l'esprit humain s'éleva de l'observation et de l'empirisme concrets à la science abstraite et à sa technique industrielle. Pour une humanité qui subsisterait encore durant des millénaires, dans des conditions favorables, cette vaste phase de transition constituerait philosophiquement son âge d'instabilité révolutionnaire.

Il est curieux que P. Tannery, positiviste intellectuel, prête par mégarde à Comte des idées opposées à celles qui avaient été nettement exprimées. Ainsi, après avoir discuté la loi des trois états, il lui fait « conclure... qu'une éducation rationnelle ne pourrait pas faire passer immédiatement des nègres fétichistes de l'état théologique à l'état positif », et il ajoute que ce sont là « des induc-

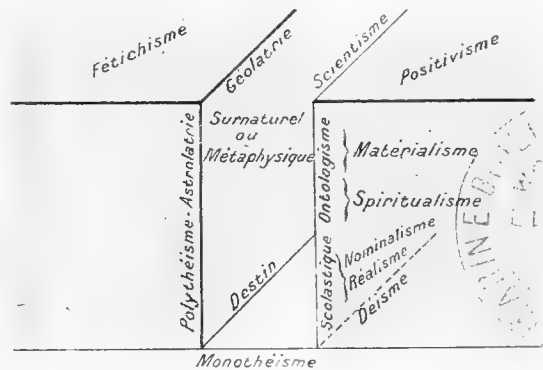


Fig. 1.

tions qui peuvent être vraies, mais qui dépassent évidemment la portée des observations faites ». Or, la *Politique* (t. III, § 404-412, p. 154-157) montre la possibilité théorique du passage « sans aucun intermédiaire » du fétichisme au positivisme. Elle l'érige même en procédé systématique de civilisation des populations attardées. De plus, l'évidence cartésienne de Tannery ne s'accorde nullement avec l'observation; car l'empereur de Chine Kouang-Hi avait peut-être autant d'esprit critique et d'acquis algébrique que Voltaire (*Nouveaux mémoires sur l'état présent de la Chine*, par le P. Louis le Comte, Paris, 1696). Enfin, les Noirs des États-Unis, quelques mandarins chinois, le célèbre professeur hindou, M. Jagadis Chunder Bose, et les officiers, savants et fonctionnaires japonais, confirment expérimentalement cette possibilité. Ailleurs, Comte définit (*Politique* : t. 1, p. 492) explicitement l'inertie. La force n'est pour lui qu'une « grande institution logique », capable de remplacer « l'activité spontanée d'un corps quelconque ». C'est un artifice logique, une *abstraction*

indispensable, qui permet de « poursuivre les spéculations dynamiques en ne pensant qu'aux divers mouvements communiqués, sans considérer jamais la réaction inconnue que le corps y produira d'après ses tendances intérieures ». Et il connaît si bien la propension des spiritualistes à croire à la réalité de l'inertie de la matière, qu'en érigeant cette loi de Kepler en loi universelle (10^e loi de *Philosophie première*), il lui donne intentionnellement le nom de *loi de la persistance*. Entre cette « activité spontanée » de Comte et la « conception contemporaine de l'énergie », on ne distingue pas très bien de quel côté vient l'odeur du « levain métaphysique » dénoncé par P. Tannery.

VI

Il n'y a donc point que nos pères médiévaux et nos neveux qui soient enclins au culte verbal. On dit qu'« en France, la Phrase gouverne ». Le mal paraît plus grave encore; le mot fait peur. On a dit, on a répété, qu'en essayant de fonder une *Politique* sur sa *Philosophie*, Comte avait failli. Et il se trouve des hommes éminents, comme Paul Tannery, qui proclament avoir devant eux un des plus hauts génies qui aient éclairé notre espèce; qui reconnaissent l'enchaînement logique de toute son œuvre; qui déclarent que couper l'œuvre d'un Penseur est « une entreprise essentiellement contraire au véritable point de vue historique »; il est de nobles savants, dis-je, qui, suggestionnés à leur insu par cette conspiration de calomnie et de silence, écartent du champ de leur examen l'œuvre intégrale du fondateur de la seule synthèse de l'esprit moderne. Aussi, en arrive-t-on à reprocher au créateur de la Sociologie de n'avoir pas tenu

compte des réactions de l'existence politique sur le progrès intellectuel de l'Humanité. Qui donc, cependant, mieux que Comte, a plus constamment rapporté au point de vue social chaque événement historique, spéculatif ou émotif? Il n'a cessé de dire (*Politique*, t. III, p. 13) que « la spéculation est toujours dirigée essentiellement par l'action », ou que (p. 14) « l'intelligence est le ministre nécessaire de l'activité ». Avant sa *Philosophie de l'Histoire*, les « annalistes » parlaient encore de la « nuit du Moyen-Age »; mais on y voit que toujours l'évolution scientifique est, et doit être, subordonnée à l'ensemble du développement social; que partout les plus hautes intelligences concentrent spontanément leurs efforts sur les problèmes dont la solution importe le plus au mieux-être de l'état social correspondant.

Ceux qui entendirent P. Laffitte au Collège de France le voient encore parler, avec cette humeur bonhomme qu'a célébrée M. Anatole France, son ami, du rêve de Maupertuis : « Je voudrais résoudre un beau problème, déclarait le Breton, échoué au bord de la Sprée; mais un problème qui ne fût pas difficile. » Les plus grands hommes n'ont pas cette extrême circonspection : chez eux, c'est la chaleur du cœur qui éclaire l'esprit.

Auguste Comte et Pierre Laffitte ne mesurèrent par leur zèle et leur abnégation aux obstacles d'une tâche franchement acceptée. Ils ne travaillèrent pas en vue d'une récompense, même honorifique. Ils s'étaient volontairement enrôlés dans cette phalange glorieuse qui va, au loin, devant une Humanité attardée, défricher la dantesque *selva oscura* de l'inconnu, par où tous nous passerons demain...

V.-E. Pépin.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Grassmann (Hermann). — *Gesammelte Werke. II Band. I Theil : Die Abhandlungen zur Geometrie und Analysis.* — 1 vol. in-8° de 431 pages et 45 figures. B. G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1904.

Cette première partie du tome II des Œuvres de Grassmann est publiée par MM. Study, Scheffers et Engel; elle contient les Mémoires de Géométrie et d'Analyse insérés, pour la plupart, dans le Journal de Crèlle, de 1843 à 1877; elle renferme, en outre, quelques chapitres des Traités d'Arithmétique et Trigonométrie publiés en 1861 et 1865 à Berlin. A cette époque, ces deux ouvrages marquèrent un progrès important dans l'exposé des fondements de l'Arithmétique et des principes de la Trigonométrie sphérique, et, encore aujourd'hui, ils présentent un réel intérêt scientifique.

Parmi les Mémoires, nous tenons à signaler tout particulièrement ceux qui sont consacrés à la génération des courbes algébriques; ils sont accompagnés d'intéressantes annotations rédigées par M. Engel. Du reste, tous les Mémoires sont annotés avec beaucoup de soin, et ces diverses Notes, réunies à la fin du volume, n'embrassent pas moins de quatre-vingts pages; elles sont suivies de plusieurs tables alphabétiques.

Comme on le voit par ce nouveau volume, la publication des Œuvres de Grassmann ne consiste pas uniquement en une réimpression des travaux du savant professeur de Stettin; elle constituera un véritable monument, digne de la mémoire du grand géomètre.

H. FEHR,

Professeur à l'Université de Genève

Cesàro (E.), Professeur à l'Université de Naples. — *Elementares Lehrbuch der algebraischen Analysis und der Infinitesimalrechnung.* — 1 vol. de 894 pages, avec 97 figures. (Prix : 15 M.). B. G. Teubner. Leipzig, 1904.

Le célèbre professeur de Greifswald, M. Kowalewski, a traduit, à l'usage de la jeunesse universitaire allemande, le récent manuel, déjà justement estimé en Italie, de M. Cesàro, l'élève distingué de Beltrami. Il s'agit, dans cet ouvrage, d'une initiation aussi rapide que possible aux principaux résultats de l'Analyse et du Calcul infinitésimal. En effet, les théories y sont succinctement présentées, tandis que les applications et les exercices en constituent la partie essentielle et aussi le principal mérite.

L'auteur a tiré un excellent parti de ces applications et exercices pour rattacher les divers chapitres entre eux, rappeler et compléter des notions déjà vues, comparer des méthodes différentes, et pour donner une certaine unité aux développements de l'Analyse et du Calcul infinitésimal. Aussi l'élève est-il amené naturellement à faire le double et nécessaire travail d'apercevoir, d'une part, les détails, les analogies, les conséquences voisines des idées qu'on lui fournit, et de classer, d'autre part, sous forme définitive et concise, les résultats d'une étude terminée. C'est bien à cela que doit tendre un enseignement vraiment sérieux des Mathématiques; au seuil des études supérieures, il n'est plus question de donner des « leurs de tout », mais bien d'asseoir solidement les bases et de fournir, par une sorte de maîtrise dans l'habitude du calcul, la possibilité d'aborder facilement les hauts ouvrages spéciaux.

Le volume s'ouvre par l'exposé de la théorie des

Déterminants, puis de celle des Séries. Celle-ci est poussée assez loin pour permettre, par exemple, d'introduire l'étude de la fonction $\Gamma(x)$, dont les applications sont précieuses, et la fonction de Weierstrass. La théorie des fonctions et des équations y est ensuite largement traitée, car on y trouve l'indication, tout au moins, des résultats les plus remarquables fournis par le magnifique développement qu'a pris ce domaine sous l'impulsion des célèbres analystes contemporains : Weierstrass, Hermite, Tannery, Poincaré, etc. Cette partie du livre est vraiment intéressante à ce titre.

Puis vient le Calcul infinitésimal : l'exposé en est classique et ne diffère guère de celui qu'on est habitué à voir dans nos excellents traités français. On y peut regretter, toutefois, que la théorie élémentaire des fonctions elliptiques si intéressantes soit trop écourtée pour un volume aussi considérable. L'auteur a préféré s'arrêter aux applications géométriques, qu'il développe longuement, car elles fournissent un champ d'exercices nombreux et variés pour les commençants.

ED. DEMOLIS,

Maître à l'École professionnelle de Genève.

Baudry de Saunier (L.) et **Gatoux** (Adrien). — *Les Motocyclettes.* — 1 vol. in-8° de 260 pages avec 113 figures (Prix : 6 fr.). Veuve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1905.

Beaucoup de personnes se figurent que la motocyclette naquit, il y a deux ou trois ans, de la combinaison d'une bicyclette avec un moteur à essence. La bicyclette est, au contraire, née automobile, imaginée en 1881 par Otto, pour les premiers essais qu'il fit de la locomotion mécanique sur route par moteur à explosion. Il y a donc plus de vingt ans que la question cherche sa solution; mais il n'y en a que deux ou trois qu'elle l'a trouvée. MM. Baudry de Saunier et Gatoux, avec beaucoup de compétence et de clarté, en marquent les progrès, depuis la bicyclette Wolfmüller (1894) et le bicycle automobile Millet (1895), jusqu'aux motocyclettes de tourisme des derniers modèles et aux motocyclettes de course ou d'entraînement.

C'est tout un cours d'automobile qu'ont dû faire les auteurs pour initier à la connaissance de leur engin les usagers de la motocyclette. Quels sont, en effet, parmi les organes d'une voiture, ceux qu'on ne retrouve pas dans la motocyclette? Carburateur, moteur à soupapes automatiques ou même commandées, piles ou accumulateurs et bobines, magnéto, bougies, refroidissement par ailettes ou courant d'eau, silencieux, embrayage même y figurent ou peuvent y figurer. Ce n'est guère que du côté de la direction, des changements de vitesse et des transmissions que l'on trouve à la motocyclette une simplification réelle par rapport au mécanisme de la voiture. La direction s'y fait comme dans la bicyclette ordinaire; les changements de vitesse, sans organe spécial, par les variations d'allure du moteur; et les transmissions, toujours sans différentiel, le plus souvent par courroie.

Cette dernière a les avantages d'être légère, silencieuse et progressive : elle supprime la nécessité de l'embrayage, cet organe dont, à notre avis, devrait s'affranchir toujours la motocyclette, bien assez compliquée sans lui, comme aussi sans une circulation d'eau.

Parfois pourtant, bien qu'ils entraînent cette nécessité, on emploie d'autres modes de transmission : la chaîne, l'arbre à la cardan, un pignon monté sur l'arbre moteur et engrenant avec une couronne dentée solidaire de la zone motrice. Mais aucun de ces modes,

heureusement fort rare, n'est, selon nous, à conseiller : la prise directe notamment, renouée de l'ancien tricycle, met le moteur en porte-à-faux et devient fort bruyante dès qu'il y a le moindre jeu.

Après avoir étudié en détail les divers organes de leur mécanisme, l'ouvrage décrit les principales motocyclettes : celles de la maison Werner, véritable initiatrice de la motocyclette pratique, de la maison Peugeot, aussi fort répandue et relativement très confortable avec sa suspension Truffault, celles des firmes Griffon, Bruneau, Alcyon, Bailleul. Il donne, enfin, quelques détails sur certaines motocyclettes de course ou d'entraînement.

Ces dernières sont de véritables monstres, qu'on va jusqu'à équiper pour la piste avec des moteurs à quatre cylindres de 15 à 20 chevaux. Les motocyclettes de courses sur route s'en tiennent ordinairement à une puissance de 5 1/2 chevaux, qui a d'ailleurs permis à Lamberjack d'atteindre à Dourdan, sur motocyclette Griffon, la vitesse de 105 kilomètres à l'heure. La puissance des motocyclettes de tourisme ne dépasse pas, et, ajouterions-nous volontiers, ne devrait jamais dépasser 2 3/4 chevaux. Comme le remarque très judicieusement M. Baudry de Saunier, cette puissance suffit pour faire monter toutes les côtes. Une puissance plus considérable transforme la motocyclette en instrument dangereux, aussi bien pour les autres usagers de la route que pour le système nerveux et la colonne vertébrale de celui qui la monte.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Pozzi-Escot (M.). — Traité élémentaire de Physico-Chimie. — 1 vol. in-8° de 627 pages (Prix : 20 fr.). Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1905.

M. Pozzi-Escot s'est proposé de décrire d'une façon élémentaire les principaux procédés qu'utilise actuellement la Physico-Chimie.

« Je voudrais, dit-il dans la préface, que ce livre contribue pour sa quote-part au relèvement du niveau intellectuel chimique, non de quelques privilégiés des laboratoires officiels d'enseignement, mais de la grande masse des chimistes français. »

Pour réussir dans une tâche aussi ardue, un ouvrage doit posséder beaucoup de qualités, entre autres la précision. Il s'agit, en effet, de convaincre les chimistes élevés dans les anciennes idées de l'utilité des nouvelles théories; il faut les accoutumer progressivement à l'expression mathématique d'un certain nombre de faits qui relevaient d'abord exclusivement du domaine expérimental. Une grande clarté dans l'exposition des données fondamentales et dans l'enchaînement des calculs est donc indispensable.

Or, en parcourant attentivement le livre de M. Pozzi-Escot, on est obligé de constater avec regret que la précision nécessaire manque bien souvent. Un grand nombre de passages importants laissent une impression de vague qui déroutera le commençant. Cette première impression est, d'ailleurs, accrue par la négligence avec laquelle sont écrites les formules algébriques, dont beaucoup sont totalement déformées et deviennent incompréhensibles. Quant aux menues erreurs qui déconcerteraient l'étudiant, elles sont légion. Citons au hasard : P. 42, on dit que la formule brute ou empirique doit avoir ses coefficients entiers; p. 43, on les met fractionnaires pour le saccharose, comme si l'on avait dû attendre les lois de la cryoscopie pour écrire $C^{12}H^{20}O^{11}$. Dans les tableaux de la conductibilité moléculaire, on emploie tantôt les unités actuelles, tantôt les anciennes unités Siemens, sans crier gare. P. 541, on indique les chaleurs de formation des métaux, sans dire de quels composés il s'agit. P. 563, le chlorure mercurique est rangé parmi les corps dits insolubles, etc., etc.

Nous devons mentionner que M. Pozzi-Escot a fait,

sans le citer, pas mal d'emprunts au cours de Chimie physique de l'Université de Nancy. Beaucoup de démonstrations possèdent, dans les cours, un certain caractère personnel, dont souvent les auditeurs ne se doutent pas, faute de contrôler les leçons du professeur dans les mémoires originaux. Il nous semble que, dans un livre étendu, l'auteur devrait signaler les sources principales où il a puisé. C'est ainsi encore que M. Pozzi-Escot s'est largement servi du livre de M. Hollard (*La Théorie des Ions et l'Electrolyse*), en lui empruntant *textuellement* des énoncés entiers de théorèmes et sans indiquer la source.

En résumé, bien que l'ouvrage volumineux de M. Pozzi-Escot contienne la description plus ou moins précise d'un grand nombre de faits, il nous paraît difficile de croire qu'il fera naître le goût sincère des études physico-chimiques et de leurs applications.

P.-TH. MULLER,
Professeur à l'Université de Nancy.

Manéa (André). — Sur les Acides gallotannique et digallique. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Genève. — 1 vol. in-8°, Taponnier et Soldini, éditeurs. Genève, 1904.

Le travail de M. A. Manéa constitue surtout une bonne étude bibliographique de la question; cette étude, augmentée des observations que l'auteur a faites lui-même, pourra être utilement consultée par tous ceux qui ont quelque intérêt à se documenter sur ce sujet. M. Manéa a d'abord étudié les principales méthodes de dosage de l'acide gallotannique (tannin); comme il fallait s'y attendre, il conclut qu'aucune de ces méthodes n'est exacte ou pratique, et qu'il reste à en trouver une. Le principal intérêt de ce travail réside dans l'observation suivante : on sait que le tannin, soumis à la fermentation en présence de *Penicillium glaucum*, se transforme en acide gallique. L'acide digallique, au contraire, n'est pas touché : c'est même un paralysant de la fermentation dès que la proportion de l'acide atteint plus de 1 %. L'auteur a tiré parti de cette remarque pour doser le tannin en présence d'acide digallique. Le mélange, introduit dans du liquide de Raulin acide, est soumis à la fermentation à une température de 22°; lorsque tout l'acide gallotannique est transformé, — on le voit à ce qu'une prise d'essai ne précipite plus ni par une solution d'acétate de plomb dans le tartrate d'ammoniaque, ni par une solution d'acétate de zinc ammoniacal, — on pourra procéder au dosage des acides gallique et digallique, par exemple en absorbant le second par la peau. L'auteur s'attache ensuite à démontrer que le tannin et l'acide digallique de Schiff sont différents; en effet, tandis que le premier précipite par les deux réactifs cités plus haut, le second ne fournit aucun précipité. Cette assertion est contrôlée par une méthode biochimique assez élégante. A l'encontre de l'acide gallotannique, l'acide digallique n'est pas transformé en acide gallique par la fermentation. Ce dernier peut même être purement et simplement brûlé par le champignon, lorsque celui-ci se développe en surface, à la condition toutefois que la dose d'acide digallique soit suffisamment petite pour ne pas devenir antiseptique pour le champignon. Le *Penicillium glaucum* supporte plus facilement l'acide digallique que le *Sterigmatocystis nigra*. L'auteur conclut de ces recherches que, contrairement à l'hypothèse de Schiff, qui identifie le tannin à l'acide digallique, il faut admettre l'opinion de Strecker, qui veut que le tannin soit le glucoside correspondant à l'acide gallique. Enfin, les recherches sur l'hydrolyse du tannin par le *Penicillium glaucum* et le *Sterigmatocystis nigra* font voir que le rendement en acide gallique est d'autant plus grand que la fermentation est plus rapide, et à une température voisine de 22°; les milieux acides sont préférables. Le *Sterigmatocystis nigra* a paru mieux se comporter que le *Penicillium glaucum*.

G. BLANC,
Docteur ès sciences.

3^e Sciences naturelles

Guillon (J.-M.), *Directeur de la Station viticole de Cognac. — Etude générale de la Vigne. — 1 vol. in-8° de 451 pages avec 90 figures. (Prix: 6 fr.) Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1905.*

En France, au point de vue agricole et social, la culture du froment est certainement plus importante que celle de la vigne. Cependant, le capricieux arbuste a provoqué beaucoup plus de recherches et de travaux que la céréale base de notre alimentation. Dans son étude générale de la vigne, M. Guillon a rassemblé plusieurs séries de ces travaux : historique de la viticulture ; les vignobles et les crus ; anatomie et physiologie de la vigne ; influence du milieu, sol et climat.

L'Ampélographie, la Pathologie, la Tératologie auraient également pu trouver place dans cette étude d'ensemble.

De nombreux historiens ont retracé le développement à travers les siècles des diverses branches de l'activité humaine : art, littérature, philosophie, médecine, etc., L'Agriculture a été à peu près délaissée jusqu'à ce jour, et il faut remercier M. Guillon d'avoir donné, dans son premier chapitre, un abrégé de l'histoire de la viticulture française.

L'auteur a rédigé une étude très complète sur les vignobles et les crus français et étrangers. Les commerçants en vins trouveront dans ce chapitre d'utiles renseignements.

L'anatomie et surtout la physiologie de la vigne constituent les parties les plus neuves et les plus intéressantes de l'ouvrage. M. Guillon résume toutes les recherches importantes entreprises sur ces questions et donne des détails plus complets sur ses propres travaux : géotropisme des racines ; écoulement des pleurs ; absorption automnale des liquides.

D'après l'auteur, « bien que la double fécondation n'ait pas été spécialement observée chez la vigne, on peut l'y étendre, car ce phénomène peut être considéré, maintenant, comme général ». En réalité, l'influence du pollen étranger (xénie) sur la constitution des grains de raisin a été constatée il y a longtemps. C'est ainsi que, de 1830 à 1870, L. et H. Bouschet ont obtenu de nombreux hybrides français à jus rouge en entrelaçant des grappes de souches voisines et en conservant les grains dont le jus était coloré, l'année même, sous l'action du pollen de Teinturier.

M. Guillon, directeur de la Station viticole de Cognac, en plein calcaire jurassique et crétacé des Charentes, était particulièrement qualifié, en raison de ses recherches, pour écrire un chapitre intéressant sur la chlorose de la vigne et sur son influence dans la reconstitution avec les plants américains.

L'ouvrage est composé avec méthode. Chaque chapitre est terminé par un index bibliographique. Les illustrations sont soignées. L'auteur a certainement atteint le but qu'il se proposait : permettre aux viticulteurs et aux étudiants de trouver, sur l'importance de la viticulture et le mode d'existence de la vigne, des documents qui leur servent à mieux saisir la valeur des observations.

E. RABATÉ,
Ingénieur agronome,
Professeur spécial d'Agriculture.

Cyon (Elie de). — *Les Nerfs du Cœur (Anatomie et Physiologie). — 1 vol. gr. in-8° de 253 pages avec 43 figures. (Prix: 6 fr.) Félix Alcan, éditeur. Paris, 1905.*

C'est un exposé complet de la physiologie du système nerveux du cœur, basée sur l'anatomie, que M. de Cyon présente aux physiologistes et aux médecins. Cet ouvrage garde cependant une note personnelle, particulière à l'auteur. Conçu suivant la méthode à la fois critique et originale, il a moins pour but de nous faire connaître, dans leur diversité, toutes les opinions relatives au système nerveux du cœur et à son fonctionnement que

de nous amener à admettre sans conteste le bien fondé des théories soutenues à ce sujet par l'auteur.

La préface, d'une portée générale soulignée par M. de Cyon, a trait aux rapports de la Médecine avec la Physiologie et la Bactériologie. Il est légitime d'admettre, avec l'auteur, que les études physiologiques constituent une base essentielle de la Médecine ; mais il faut regretter aussi, comme il le fait à juste titre, l'insuffisance notoire de la plupart de nos laboratoires. A peine offrent-ils la place suffisante pour que les travailleurs puissent s'y livrer à des recherches personnelles, et même alors l'outillage mis à leur disposition ne répond pas à la multiplicité et à la précision des expériences que ces recherches nécessitent. M. de Cyon, qui, plus que tout autre, a pu les comparer aux laboratoires de l'étranger, pousse à nouveau le cri d'alarme ; puisse-t-il être entendu !

Dans les trois premiers chapitres de son ouvrage, M. de Cyon expose l'état de nos connaissances sur le système nerveux du cœur intra et extracardiaque.

Le système nerveux intracardiaque, constitué par les ganglions et les nerfs, constitue un appareil régulateur de la fréquence et de la force des contractions. Faut-il admettre une spécialisation très précise de la fonction de chacun des ganglions, dont l'un (Remak) serait l'initiateur des mouvements rythmiques du cœur, le deuxième (Bidder) réglerait la force des contractions, alors que le troisième (Ludwig) serait un régulateur tout aussi bien de la fréquence que de la force des battements ? M. de Cyon conclut par l'affirmative, ce qui peut passer, aux yeux de certains physiologistes, pour une interprétation un peu absolue des recherches faites à ce sujet.

L'anatomie et la physiologie des nerfs centrifuges du cœur (pneumogastrique et sympathique) et des nerfs centripètes (nerf dépresseur) sont exposées avec tout le soin que l'on était en droit d'attendre d'un auteur qui a si puissamment contribué à étendre nos connaissances sur cette partie de la physiologie cardiaque. Bien que M. de Cyon n'expose ici rien qui ne soit connu par ses travaux antérieurs, on aura plaisir à relire l'exposé si lumineux qu'il fait du rôle joué par les vaisseaux et nerfs splanchniques dans la dynamique cardiaque, par l'intermédiaire du nerf dépresseur.

Le quatrième chapitre aborde toute une série de recherches plus récentes, dues à l'auteur, sur les influences qui modifient le mode de fonctionnement des nerfs cardiaques et notamment sur l'action des sécrétions organiques (thyroïde, hypophyse, surrénale). On ne peut considérer les études entreprises par M. de Cyon sur ces différentes questions que comme des études préliminaires, nécessitant de nouvelles recherches, encore plus démonstratives, et qui, comme l'auteur l'indique avec raison, ne manqueraient pas d'avoir, pour la clinique médicale, une importance de tout premier ordre.

Le dernier chapitre est consacré à une discussion, que l'on voudrait un peu plus serrée, de la question qui divise actuellement les physiologistes. Myogène ou neurogène, le mouvement rythmique du cœur trouve-t-il sa raison première dans l'appareil nerveux du cœur ? résulte-t-il simplement de propriétés particulières au muscle lui-même, l'appareil nerveux servant alors simplement de régulateur à l'automatisme cardiaque ? On comprend que, si cette dernière interprétation des phénomènes, suscitée par les travaux d'Engelmann, était admise, cela aurait pour conséquence de remettre en question toutes nos connaissances sur la physiologie cardiaque, telles qu'elles résultent des travaux les plus autorisés, ceux de M. de Cyon entre autres. Aussi peut-on se demander si le livre n'a pas été écrit tout entier en vue de la réfutation des opinions qui s'accréditent de plus en plus sous l'influence des recherches d'Engelmann et de son école. Peut-être, à ce sujet, M. de Cyon prend-il son désir pour une réalité lorsqu'il écrit, à propos du rôle du système nerveux tel qu'il a été interprété récemment par le physiologiste

berlinois : « Ces recherches d'Engelmann n'ont que le mérite d'avoir souligné son abandon des errements myogènes ». Rien dans les dernières publications de cet auteur ne nous semble indiquer une pareille rétractation. Si la théorie myogène doit être un jour définitivement acceptée, cela n'enlèvera en rien à M. de Cyon le mérite d'avoir montré le mode d'action de certains appareils nerveux du cœur, ni ne diminuera la part de ce physiologiste dans l'extension de nos connaissances à ce sujet.

L'ouvrage de M. de Cyon, ouvrage de haute originalité, ne peut pas passer inaperçu. Il expose trop complètement et trop brillamment les opinions personnelles de l'auteur pour ne pas être consulté par tous les physiologistes et les médecins. Dr H. VAQUEZ.

4° Sciences médicales

Yvert (Dr A.), *Médecin principal de l'armée. — Causeries sanitaires. Tome II : Désinfection, avec introduction de M. PAUL STRAUSS. — 1 vol. in-8°. (Prix : 6 fr.) Alcan et Cie, éditeurs. Paris, 1903.*

M. le Dr Yvert nous donne un second volume de ses causeries sanitaires. Après avoir envisagé, l'an dernier, la « théorie des germes », il expose, cette année, la théorie de la pratique de la désinfection, en huit conférences faites à la Croix-Rouge de Dijon.

Dans ces leçons, destinées à des gens du monde, le conférencier passe en revue les divers procédés usuels de prophylaxie, et, en décrivant chacun de ceux-ci, il se livre à une discussion intéressante et utile à lire.

L'auteur, après avoir rappelé ce qu'étaient l'isolement et la désinfection aux *xvi^e* et *xvii^e* siècles, époque à laquelle on luttait contre la diffusion du mal par des mesures violentes et barbares à l'égard des malades et de leur entourage, cite les réformes légales modernes adoptées pour la prophylaxie des affections contagieuses.

La conférence suivante a égard à la désinfection spéciale de l'individu atteint d'une maladie virulente. Des détails pratiques expliquent comment on opère la désinfection du corps et des objets de toilette, tels que brosses, peignes, etc. On est renseigné sur la façon dont on doit, par des mesures appropriées, se mettre en garde contre les germes pouvant être apportés par le contact de ces objets, s'ils ont servi à des individus contaminés, ainsi que cela peut arriver dans un salon de coiffure.

Plus loin, l'auteur relate une suite d'expériences démontrant la pénétration des vapeurs à travers le papier et prouve toute l'utilité qu'il y a à rendre antiseptiques les lettres de provenance suspecte et les livres, ces amis des microbes. Il parle du pouvoir antiseptique des métaux et conseille la pratique d'une désinfection bien comprise.

Celle-ci ne doit pas se borner à la seule chambre du malade, mais aussi au restant de l'appartement, dont les tentures, les rideaux, les tapis, etc., doivent aussi être soumis à cette opération, ainsi que les meubles, les menus objets, les effets et les bijoux ayant été en contact intime avec les malades.

Un autre chapitre, consacré aux différents modes de désinfection, traite des façons considérées comme les plus efficaces pour enrayer les fléaux épidémiques. L'auteur vante l'heureuse influence de l'aération et de l'ensoleillement et les avantages de l'assainissement par l'air et la lumière dans les cas de coqueluche, de grippe, de rougeole et de pneumonie. Il parle du procédé de désinfection au moyen des badigeonnages au lait de chaux, à l'aide du bichlorure de mercure, dont l'efficacité, l'innocuité, le pouvoir désinfectant sont prouvés, de l'utilité en antiseptisme du chlorure de sodium, des acides tartrique et chlorhydrique, et donne une description exacte de la façon d'opérer avec le formol et ses dérivés, par exemple les vapeurs sèches du chloroformol, l'emploi du fumigatol ou trifromométhylène, les brûleurs Guasco, le formacéone d'Eugène Fournier et d'autres appareils.

Il s'arrête sur les avantages offerts par le pouvoir

désinfectant des pulvérisations de formol sur les cultures, les produits pathologiques desséchés, les matières fécales, les exsudats diphtériques, les crachats tuberculeux, les poussières des locaux et autres agents de contamination; plus loin, le conférencier décrit la manière d'opérer la désinfection par les pulvérisations à l'eau oxygénée. Ces dernières peuvent être d'un précieux secours dans les hôpitaux. L'auteur donne un aperçu de la quantité de germes tombant, pendant un temps donné, sur une surface, dans une salle d'opération, et, par comparaison, dans les divers locaux du service. Suit une description des étuves à vapeur d'eau de différents modèles, notamment celui du Professeur Vaillard, des appareils stérilisateurs Vaillard, Salvator et autres.

Le principal sujet de la dernière conférence est le compte rendu de ce qui est fait aujourd'hui par le contrôle de la désinfection, dont le but est l'œuvre d'extermination, la suppression des corps du délit, c'est-à-dire des micro-organismes, cause immédiate et spécifique des maladies contagieuses. Pour cela, dit M. Yvert, il est nécessaire de savoir la valeur absolue des moyens employés en semblable occurrence et sous un contrôle sérieux, basé sur des données techniques et scientifiques, ainsi que cela a été voté par la loi du 15 février 1902 sur la protection de la santé publique, qui donne plein pouvoir au Gouvernement.

L'hygiéniste rend compte de la manière dont ont été arrêtés les divers décrets, après les expériences effectuées par le Comité consultatif d'Hygiène publique de France. Il parle longuement des tests bactériens de M. Calmette et énumère les maladies où la désinfection est absolument forcée, obligatoire ou facultative.

De sages conseils personnels font voir, dans ce dernier cas, quelles sont les maladies où il est judicieux de pratiquer la désinfection, comme la coqueluche, la grippe, la fluxion de poitrine, l'ophtalmie purulente, l'érysipèle, la teigne.

L'auteur décrit non seulement les règles ayant regard aux malades et à la façon d'aménager le local où ceux-ci résident, mais aussi celles qu'auraient intérêt à suivre les personnes saines destinées à séjourner auprès d'eux. Il attire l'attention sur le danger qu'offre cette promiscuité à ceux qui se trouvent dans le cas de réceptivité morbide, occasionnée, la plupart du temps, par l'exagération des fatigues corporelles (comme cela arrive fréquemment aux individus qui soignent un membre de leur famille). Dans ce livre, le conférencier recommande à ceux qui sont retenus auprès d'un malade, aux mères veillant un enfant, de faire trêve aux préoccupations morales, aux émotions bien naturelles provenant de l'état de celui qu'ils soignent, car celles-ci peuvent avoir le plus fâcheux retentissement sur l'état de résistance physique.

Le besoin d'une nourriture saine et substantielle s'impose aux garde-malades; il faut, autant que possible, se forcer à prendre des aliments réparateurs et éviter de stationner à jeun dans une chambre de malade atteint d'affection microbienne. En outre, se souvenir que boire ou manger dans un local contaminé offre un très grave danger.

L'auteur termine en donnant, à titre de conclusion, le résumé de l'ensemble des dispositions adoptées par le Conseil d'Hygiène et de Salubrité du département de la Seine sur l'application de la loi du 15 février 1902 sur la protection de la santé publique.

Ainsi que le dit M. le Dr Yvert, il appartient à la classe élevée de la Société de prêcher d'exemple, de donner l'impulsion et de marcher carrément de l'avant sur un terrain si utile. Or ce livre, qui s'adresse à cet ordre de lecteurs, est bien compris et en rapport avec le but qui est visé par son auteur. Il sera d'une réelle utilité à tous ceux qui, dans la grande campagne de vulgarisation de l'hygiène et de la prophylaxie des maladies contagieuses, luttent contre ces imperceptibles ennemis qui nous guettent toujours, les microbes.

Dr A. Lorr.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Juillet 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Ed. Husson recherche les intégrales algébriques dans le mouvement d'un corps solide pesant autour d'un point fixe. Toute intégrale algébrique est une combinaison algébrique d'intégrales rationnelles entières à coefficients réels. — M. J. Boussinesq calcule, pour les diverses contextures et épaisseurs de paroi possibles, la résistance élastique qu'un tuyau sans tension longitudinale oppose au gonflement de la colonne liquide le remplissant.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Becquerel a constaté que le sulfate de baryum précipité entraîne l'émanation du radium de la même manière que celle de l'uranium. De même, le noir de fumée, mélangé d'un sel d'uranium, puis calciné, retient de très petites quantités d'un corps ayant acquis une activité plusieurs milliers de fois plus grande que celle de l'oxyde noir d'urane ordinaire. — M. G. Meslin décrit la méthode qu'il emploie pour mettre en évidence de faibles différences dans les coefficients d'aimantation. — M. L. Teisserenc de Bort a déterminé un certain nombre de trajectoires de ballons-sondes par visées de théodolite à l'Observatoire de Trappes. Les altitudes déduites des indications barométriques ne concordent pas toujours avec les résultats obtenus, ce qui tient aux imperfections de l'organe barométrique. — M. E. Vidal fait l'histoire de l'orage du 1^{er} août 1904, qui a dévasté une grande partie du canton de Vaud (Suisse), en épargnant deux localités où l'on avait fait usage de fusées grêlifiques. Les territoires situés à une altitude supérieure à 700 mètres n'ont pas été touchés non plus. — MM. F. Osmond et G. Cartaud ont étudié les figures de pression ou de percussion sur les métaux plastiques cristallisés; elles sont caractéristiques de l'orientation cristallographique d'une coupe donnée, au même titre que les figures de corrosion. — M. L. Guillet montre que l'observation micrographique des aciers spéciaux ternaires permet de tirer des conclusions très intéressantes au point de vue de leurs emplois industriels et même de leur composition; le seul cas de l'acier perlitique est douteux. — M. L. Hackspill, en décomposant par le calcium, dans le vide, les chlorures de Cs et de Rb, a obtenu le césium et le rubidium à un état d'assez grande pureté. — M. A. Recoura a reconnu que le sulfate ferrique jaune et le sulfate blanc ont une constitution différente: le sulfate jaune se comporte comme une combinaison assez peu stable de sulfate basique et de sulfate acide; le sulfate blanc, plus stable, est une variété isomère du sulfate ferrique hydraté. — M. Alb. Colson a obtenu un pentasulfate chromique dont l'acide est partiellement dissimulé. — MM. E. Jungfleisch et M. Godchot, en distillant l'acide lactique droit sirupeux et pur, ont obtenu le dilactide droit, F.95°, doué d'un pouvoir rotatoire gauche extrêmement élevé. — M. A. Mailhe, en hydrogénant les cétoximes par la méthode de MM. Sabatier et Senderens, a obtenu un mélange d'amines primaires et secondaires correspondantes. — MM. L. Bouveault et R. Locquin, en hydrogénant l'oximidobutyl-(sec)-acétate d'éthyle, ont réalisé la synthèse d'une nouvelle leucine, qui est l'acide α -aminobutyl-(sec)-acétique. — MM. Ch. Moureu et A. Valeur ont reconnu que, dans la molécule de spartéine, les deux atomes d'azote occupent des positions symétriques. — M. F. Battelli et M^{lle} L. Stern ont décelé, dans les extraits aqueux des tissus animaux portés à l'ébullition, la présence d'une substance qui a la pro-

priété d'augmenter l'action de la philocatalase. — MM. A. et L. Lumière et J. Chevrotier décrivent un procédé pour isoler les substances protoplasmiques des globules du sang; ils obtiennent un liquide rutilant, qu'ils nomment hémoplasme et qui jouit de propriétés oxydasiques très marquées. — M. Larguier des Bancels: Activation du suc pancréatique pur sous l'influence combinée des colloïdes et des électrolytes (voir p. 640). — MM. H. Bierry et E. F. Terroine ont observé que, tandis que les doses relativement fortes de suc pancréatique normal sont incapables de doubler le maltose en vingt heures, des doses relativement faibles du suc légèrement acidulé par l'acide acétique déterminent rapidement l'hydrolyse. — M. E. Macé a cultivé le *Cladotrix chromogenes* dans le sérum sanguin liquide; il se produit une décomposition des albuminoïdes avec formation de tyrosine, de leucine et de glyco-colle.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Charrin et Le Play ont étudié les variations et l'action sur l'organisme des poisons intestinaux. — M. R. Bayeux a fait la numération des globules rouges du sang humain au sommet du Mont-Blanc. On constate une augmentation rapide et notable de leur nombre à cette altitude, suivie d'une diminution lorsqu'on redescend; toutefois, le nombre des globules reste plus élevé qu'il n'était avant la première ascension. — M. C. Viguier étudie le recul de la bouche dans la série des Chétopodes. — M. L. Fage montre que, chez les Hésioniens, le seul genre où la néphridie a pris un développement considérable est celui où le pavillon génital (organe cilié) reste indépendant de la néphridie. Dans la famille des Lycoriens, la spécialisation de la néphridie est encore plus grande. — M. H. Coutière étudie quelques points de la morphologie des Schizopodes. — M. L. Lopicque conclut de ses recherches sur l'ethnogenie des Dravidiens, à l'existence d'un type noir prédravidien. Les Dravidiens primitifs, les Protodravidiens, peuvent être considérés comme des blancs, qui, par mélange profond avec les noirs qu'ils avaient soumis, ont formé la population dravidienne actuelle. — M. A. Laveran a étendu à la dourine le traitement des trypanosomiasés par l'acide arsénieux et le trypanroth. Deux chiens traités par cette méthode ont résisté à l'infection, qui est toujours mortelle chez eux. — MM. E. Fichet et J. Savornin ont étudié les terrains tertiaires de l'Ouenougha et de la Medjana (Algérie). Ils paraissent appartenir au Cartennien. — M. Deprat a reconnu que la protogine de la Corse, localisée au contact de la région sédimentaire et de la région éruptive occidentale, ne forme pas une venue éruptive spéciale, mais n'est autre chose qu'un ensemble de roches anciennes identiques aux différents types éruptifs de l'île, formant une bande broyée et laminée au contact de la région plissée.

Séance du 17 Juillet 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. Guichard démontre qu'à une congruence ou à un réseau de l'espace à quatre dimensions correspond un réseau ou une congruence de l'espace non euclidien ou vice versa. — M. Em. Cotton présente ses recherches sur l'évaluation des erreurs dans l'intégration approchée des équations différentielles. — M. Loewy décrit une nouvelle méthode pour la détermination directe de la réfraction à toutes les hauteurs en Astronomie. — M. Ch. André présente un appareil qui permet de réaliser, en se servant du Soleil même, des éclipses solaires artificielles et de se familiariser avec l'observation de ce phénomène.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Berget a observé, pendant la chute de grêle du 9 juillet 1903 à Maisons-Laffitte, des grêlons pesant 30 grammes et 49 grammes. — M. P. Gouré de Villemontée a constaté que la propagation des charges électriques à travers le pétrole et l'huile de paraffine est comparable à la propagation de ces charges à travers les corps cristallisés. — MM. P. Weiss et J. Kunz ont étudié les variations thermiques de l'aimantation de la pyrrhotine. Chez certains spécimens normaux, l'intensité à saturation décroît par élévation de température, d'abord lentement, puis rapidement, pour devenir nulle à 348°; le phénomène est réversible. Chez d'autres spécimens, anormaux, la variation est plus complexe. — M. M. Chanoz a constaté que la force électromotrice développée par les membranes dans une chaîne liquide $MR[|H^2O|]MR$ dépend : 1° De la nature de la membrane; 2° De la nature et de la concentration de MR; 3° De la position relative de la membrane et des liquides. — M. C. Camichel confirme sa conclusion précédente que le coefficient d'absorption du verre d'urane ne change pas lorsque la fluorescence est excitée. — M. Ch. Leenhardt a obtenu, pour la vitesse de cristallisation des solutions sursaturées, des résultats absolument analogues à ceux de Tamman pour la vitesse de cristallisation des corps surfondus. — MM. C. Matignon et R. Trannoy ont préparé des phosphures, arséniures, siliciures et borures en soumettant à l'aluminothermie des phosphates et arsénates ou un mélange d'oxyde métallique et de silice ou d'anhydride borique. — M. Binet du Jassoneix, en réduisant par le bore amorphe l'oxyde de thorium au four électrique, a obtenu un mélange de borures, d'où il a séparé ThB^3 et ThB^6 . — M. E. Rengade, en faisant réagir les amines primaires de la série grasse sur le césium, a obtenu comme produit final un amidure substitué R.AZHCs; avec le premier terme, il se produit transitoirement un ammonium instable. — M. F. Bodroux, en faisant réagir le monochloracétate d'éthyle sur le dérivé iodo-magnésien de l'ortho-toluidine, a obtenu soit l'o-iodacétoluide, soit l'iodacétate d'éthyle. — M. H. Duval communique ses essais de réduction dans la série des composés du dinitrodiphénylméthane. Il est arrivé à préparer l'azodi-*p*-aminodiphénylméthane, qui fond à 233°. — M. A. Dinesmann a constaté que $AlCl^3$ condense le chloral avec les hydrocarbures aromatiques sans élimination d'hydracide. Les corps obtenus sont des alcools secondaires, résultant de l'union intégrale et à molécules égales des carbures avec le chloral et répondant à la formule générale $R.CHOH.CCl^2$. — M. G. Blanc a reconnu que le produit obtenu par M. Blaise en réduisant l'anhydride α -diméthylsuccinique par l'amalgame de sodium en solution acide est un mélange de 2:2- et de 3:3-diméthylbutyrolactone. — M. J. Lavaux, en faisant réagir le tétrabromure d'acétylène sur le toluène en présence d' $AlCl^3$, et en agitant fortement, a obtenu un bon rendement en diméthylanthracènes isomères. — M. G. Tanret a préparé à l'état pur la gentiopierine, glucoside des racines de gentiane. Elle fonde anhydre à 191°. Sa formule est $C^{16}H^{20}O^6$. Elle est hydrolysée par l'émulsine avec formation de glucose et de gentiogénine $C^{16}H^{19}O^4$. — MM. P. Petit et Mayer ont étudié les réactions de la résine de gaiac avec quelques composés. — M. G. Bertrand : Les cafés sans caféine (voir p. 667). — M. L. Cayeux a déterminé les minéraux qui existent dans les eaux de sources qui alimentent Paris. Les uns : argile, quartz, pyrite, etc., sont transportés par les eaux; les autres : limonite, carbonate de chaux, s'y sont formés. — MM. R. Lépine et Boulud ont reconnu que la teneur des globules sanguins en matière sucrée n'est pas négligeable, car 1.000 grammes peuvent renfermer au moins le tiers de la quantité contenue dans 1.000 grammes de plasma. — M. A. Trillat a constaté que le sucre brûlé répand des vapeurs contenant plusieurs substances antiseptiques, notamment l'aldéhyde formique. La pratique déjà ancienne de la

désinfection par le sucre brûlé est donc tout à fait justifiée.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. Capitan et Papillault ont identifié le cadavre de l'Amiral américain Paul Jones, récemment exhumé à Paris cent treize ans après sa mort. — M. H. Guilleminot a déterminé par l'orthodiascopie les angles costaux et les angles fonctionnels à droite et à gauche chez un même sujet. Lorsqu'ils présentent une anomalie appréciable, on doit penser à une tuberculose possible. — M. P. Abric montre que, chez les Chétognathes, groupe pourtant homogène et uniforme, les ressemblances morphologiques, pour si précises qu'elles soient, ne doivent nullement faire préjuger de parenté phylogénétique. — M. H. Coutière a observé que les Hoplophoridées présentent des affinités multiples, surtout avec les Schizopodes et les Pénéides. — M. J. Lefèvre a constaté qu'en sol artificiel convenablement amidé on peut développer des plantes vertes en inanition de CO^2 ; les plantes quintuplent et parfois décuplent leur taille; en inanition de CO^2 et d'amides, la croissance est arrêtée. — M. L. Daniel a observé que le *Batatas edulis* sur lequel on a greffé le *Volubilis* forme des tubercules la première année, alors que des plantes témoins non greffées n'en portent pas. — M. E.-A. Martel a fait une nouvelle exploration du gouffre du Trou-de-Souci (Côte-d'Or).

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 11 Juillet 1903.

M. H. Huchard présente le Rapport sur le concours pour le Prix Guzman. — M. P. Reynier analyse une observation de fibrolipome tuberculeux du genou, due à M. Couteaud. On avait d'abord porté le diagnostic de corps étranger articulaire, dû à un traumatisme ancien. Mais l'ablation de la tumeur et l'examen macro- et microscopique firent reconnaître qu'il s'agissait d'une lésion à tubercules cohérents et confluent dont les uns avaient déjà subi des dégénérescences caséuses. — MM. A. Robin et M. Binet présentent leurs recherches relatives à l'examen clinique des échanges respiratoires. Ils décrivent l'appareil et la technique employés, les variations des échanges dans les diverses affections et les indications qui en résultent pour la climatothérapie et l'hydrothérapie. — M. Ehrmann signale trois cas de maladies intercurrentes survenant après la palatoplastie sans avoir nuï au succès de l'opération. Les faits montrent que l'apparition de certaines maladies infectieuses au cours de la palatoplastie ne doit pas effrayer, pourvu qu'elle ne vienne pas trop hâtivement surprendre la suture. — M. N. Gréhan a obtenu l'anesthésie immédiate chez le chien par injection dans l'estomac d'un peu de chlorhydrate de morphine et d'une solution de chloroforme dans l'alcool à 10 %. — M. J. de Nittis lit un Mémoire sur les fausses appendicites.

Séance du 18 Juillet 1903.

M. Chauffard lit le Rapport sur le concours pour le Prix Barbier. — M. V. Galippe, poursuivant l'étude du prognathisme inférieur, montre, chez les dégénérés qui en sont atteints, bon nombre de particularités signalées chez les acromégaliques, sans conclure, toutefois, que, chez les uns et les autres, les causes de la dégénérescence soient les mêmes. — MM. A. Robin et P. Emile-Weil ont constaté que les injections sous-cutanées de ferments métalliques sont suivies d'une modification des éléments figurés du sang : d'abord leucolyse, puis leucocytose ou retour à l'état d'équilibre. Simultanément, il y a augmentation de l'excrétion d'urée et d'acide urique et du coefficient d'utilisation azotée. — M. M. de Fleury lit un Mémoire sur les névroses de l'enfance. — M. Molle donne lecture d'un travail intitulé : Le bruit veineux de souffle au niveau des fémorales, sa fréquence chez le garçon, son importance pronostique et l'utilité de sa recherche lors de la sélection des recrues.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 8 Juillet 1905

M. A. Slatineano a obtenu par l'injection de sérum thyrotoxique des lésions épithéliales aiguës, consistant en modifications plus ou moins marquées de la cellule thyroïdienne; mais il n'a pu obtenir de lésions chroniques de sclérose. — M. Thiroux a trouvé, à l'autopsie d'un tiralleur, mort d'endocardite, un petit ver vivant en parasite dans la cavité péritonéale; c'était le *Pentastomum constrictum*. — M. H. Gros décrit un essai qu'il a tenté dans le but de prouver l'unité des hématozoaires du paludisme. — M. L. Garrelon et J.-P. Langlois ont constaté que, chez les chiens chloralésés, sous l'influence de la polypnée la ventilation est quintuplée et les échanges sont très légèrement augmentés. — Les mêmes auteurs ont observé un déclenchement brusque dans le rythme respiratoire d'un chien en état de polypnée centrale et placé sous l'influence du chloralose, quand on sectionne brusquement les deux pneumogastriques. — MM. P. Emile-Weil et E. Beaujard ont observé de la leucolyse et une réaction macrophagique dans un lymphome leucémique du chien traité par les rayons X. — MM. A. Gilbert et J. Jomier ont trouvé dans le poumon des cellules à graisse et des cellules à poussières, constituées par de gros leucocytes migrateurs. On trouve, en outre, dans le poumon de la graisse dans le tissu cellulo-adipeux qui entoure les bronches à nodule cartilagineux et dans l'épithélium bronchique. — M. J. G. Lache a reconnu que le nucléole neuronique est l'organe le plus résistant de la cellule nerveuse. — M. G. Maurel a déterminé les températures sous-ventrales et cubiliaires chez le nouveau-né à terme; elles sont les mêmes que chez l'adulte. Le zéro physiologique doit donc être aussi le même. — MM. A. Gouin et P. Andouard montrent que le bilan azoté de la nutrition chez les Bovidés ne doit être consulté qu'avec réserve; son exactitude est d'autant plus suspecte que les excréta sont plus chargés de principes azotés. — Les mêmes auteurs ont reconnu que chaque augmentation d'un kilogramme d'un jeune Bovidé, fût-elle l'œuvre d'un ou de plusieurs jours, nécessite un supplément de dépense de 1.200 calories par mètre superficiel. — M. F. Devé signale un cas de prolifération vésiculaire exogène dans l'échinococcose humaine. M. A. Elot décrit les dégâts causés par le *Physopus rhabrocineta*, insecte nuisible au cacaoyer à la Guadeloupe; il peut être combattu avantageusement par les bonnes méthodes culturales. — MM. G. Billard et C. Bruyat ont constaté que certains *Stenus* expulsent par l'extrémité anale une substance dont le contact avec la surface de l'eau produit une réaction qui les chasse très vivement en avant. — M. P. Hachet-Souplet décrit un nouveau procédé d'expérimentation en Psychologie zoologique. — MM. L. Jammes et H. Mandoul montrent que les cestodes parasites luttent, dans la cavité intestinale de l'hôte, contre les diverses causes qui tendent à les éliminer. Le pouvoir bactéricide constitue, pour eux, l'un des moyens de défense. — MM. P. Carnot et A. Chassevant étudient les modifications subies, dans l'estomac et le duodénum, par les solutions acides ingérées. — MM. A. Gilbert et M. Herscher ont déterminé la teneur en bilirubine du sérum sanguin dans la pneumonie: elle est de 68 milligrammes par litre de sérum. — M. A. Charrin a constaté que les matières minérales, en dehors de leur action sur la pression osmotique, la concentration moléculaire, etc., semblent agir sur l'organisme par une sorte de catalyse, à titre d'agents médiateurs, comme des ferments atténués ou des excitateurs des échanges. — M. Lafforgue a observé que les Arabes sont très résistants à la septicémie pneumococcique. — MM. M. Villaret et L. Tixier ont trouvé, dans le liquide céphalo-rachidien pathologique, certains éléments clairs allant du lymphocyte en voie de destruction aux débris des grands macrophages. — M. J. Bridré a

étudié la pseudo-tuberculose caséuse des agneaux et son bacille: elle peut être reproduite expérimentalement en déposant simplement une goutte de culture dans l'ombilic d'un agneau nouveau-né. — MM. G. Malfitano et F. Strada ont évalué le pouvoir protéolytique des bactériidies du charbon. Le liquide des émulsions centrifugées aussitôt après leur préparation est généralement le plus actif; en broyant les bactériidies mécaniquement, le pouvoir protéolytique diminue jusqu'à disparaître complètement. — M. Sevin a étudié le pouvoir trypanolytique du sérum de rat. — M. L. Lapicque: Ethnogenie des Dravidiens (voir p. 705). — M. Larguier des Bancelles: Activation du suc pancréatique pur sous l'influence combinée des colloïdes et des électrolytes (voir p. 640). — MM. J. Ch. Roux et J. Heitz étudient les dégénérescences des nerfs cutanés qui se produisent chez le chat à la suite de la section des racines postérieures correspondantes. — MM. E. Rist et L. Ribadeau-Dumas ont constaté qu'au cours de l'hémolyse aiguë la réaction du tissu lymphoïde est essentiellement constituée par la multiplication des leucocytes mononucléaires. — M. A. Lécaillon a étudié l'habitude qu'ont les Lycoridées de porter leur cocon ovigère attaché aux filières. Cette habitude favorise la progéniture; elle se retrouve dans la façon dont elles portent leurs proies. — MM. Bar et Daunay ont suivi les variations de la nutrition azotée pendant la gestation chez la chienne: il y a d'abord rétention d'azote, puis équilibre ou désassimilation suivie d'une nouvelle rétention. Le poids d'azote demandé par les petits à la mère est infime pendant la première moitié de la gestation et ne devient important qu'après le trentième jour. — MM. Nobécourt et G. Paiseau ont étudié les lésions de l'intestin, du foie et des reins provoquées chez le lapin par le séléniate de soude en injection gastrique: ce sont des lésions de nécrose cellulaire. — M. C. Foa et M^{me} Z. Gatin-Gruzewska ont observé, après la piqûre diabétique, une élimination immédiate des acides du sang par les reins. Après l'injection d'adrénaline, le lapin se comporte de la même façon qu'après la piqûre diabétique; chez le chien, au contraire, il n'y a pas passage d'acides dans l'urine.

REUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 4 Juillet 1905

M. L. Beille a recherché la substance qui produit les effets urticants du poil des orties: c'est un corps de nature aldéhydrique ou quinonique. — M. B. de Nabias montre que, dans sa méthode de coloration des tissus nerveux au chlorure d'or, on peut remplacer l'aniline comme réducteur par l'action de la lumière ou des acides gras. Les anilines substituées et la plupart des composés phénoliques peuvent aussi servir au virage de l'or. — MM. Ch. Blarez et J. Gautrelet ont constaté que la dose toxique d'une solution de SO_2 à 4 gr. pour 100 en injections sous-cutanées est de 10 cc., soit 0,4 gr. par kilog. La dose toxique d'éthanal est de 0,882 gr. par kilog. Lorsqu'on injecte simultanément des solutions de SO_2 et d'éthanal, leurs actions toxiques ne s'ajoutent pas; au contraire, il y a une très sensible atténuation de la toxicité.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Juillet 1905.

M. Castex adresse une Note sur un dispositif pour inscription graphique. Le chariot qui porte la plaque de verre enfumé se meut sur une glissière. Il peut être entraîné par une ficelle qui fait un tour et quart sur l'arbre d'un petit moteur. Dès qu'on suspend un poids à la ficelle, le chariot se met en marche; il s'arrête quand le poids arrive sur le sol. — M. E. Langlet: Méthodes employées au Laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers pour l'étude des objectifs photographiques. Les caractéristiques étudiées sont les suivantes: 1° Distance focale principale;

2° Rapport d'ouverture utile maximum; 3° Foyer chimique; 4° Profondeur de foyer pour la netteté 1/10 ou 1/20 de millimètre; 5° Finesse au centre; 6° Courbures des surfaces focales d'astigmatisme; 7° Rayon de la surface nettement couverte au 1/10 ou au 1/20 de millimètre; 8° Angle du champ correspondant; 9° Distorsion; 10° Centrage des verres. La distance focale principale se détermine à l'aide d'un focomètre spécial construit par M. Pellin sur les indications de M. Perot, directeur du Laboratoire. Le principe de cet appareil est le suivant: On observe dans une lunette à réticule pointée sur l'infini l'image donnée par l'objectif à étudier d'une mire divisée placée à son foyer. La lunette a été graduée angulairement, c'est-à-dire qu'on a déterminé à quel déplacement angulaire de l'axe optique correspondait un déplacement donné du réticule. Soient d la longueur d'une division de la mire, α l'angle que font entre eux les rayons issus de ses deux extrémités, et f la distance focale cherchée; on a: $f = d/\alpha$. Ce focomètre permet de déterminer des distances focales jusqu'à 7 mètres. Pour mesurer l'ouverture utile maximum, on place, par une autocollimation, un petit trou fortement éclairé au foyer principal de l'objectif et l'on détermine le diamètre du faisceau émergent à l'aide d'un viseur spécial. Ce viseur est constitué par un corps de lunette portant à l'avant une glace argentée; sur cette glace, on a tracé un trait fin horizontal et diamétral suivant lequel l'argenteure a été enlevée; à l'arrière est un simple œilleton. Ce viseur peut se déplacer verticalement à l'aide d'une crémaillère et porte une graduation en millimètres avec vernier au 1/20. On amène, par autocollimation, l'axe du viseur à être parallèle au faisceau émergent de l'objectif, et l'on amène successivement le trait fin à être tangent aux deux bords du faisceau. On a adopté, pour définir la netteté, la définition de M. le commandant Houdaille. On détermine du même coup le foyer chimique, la profondeur de foyer et la finesse en photographiant un focimètre dont chaque secteur porte une série de voyants de netteté. Les surfaces focales d'astigmatisme et la distorsion se déterminent par une méthode dérivée de celle de M. Ch. Féry. On photographie une mire quadrillée sur une plaque sensible inclinée à 45° sur l'axe de l'objectif. Les lieux des maximums de netteté pour les lignes verticales et pour les lignes horizontales de la mire représentent les sections des deux surfaces focales par la glace sensible. On en déduit facilement la forme des méridiennes de ces surfaces. Cette détermination est faite par réduction au 1/3. Le rayon de courbure d'une surface focale secondaire est lié au rayon de courbure de la surface focale principale par la formule:

$$R = R_{\infty} \frac{p-f}{p-f' \cos \alpha},$$

p étant la distance, comptée sur l'axe principal, de la mire à l'objectif, f la distance focale principale, f' la distance focale pour des rayons faisant un angle α avec l'axe principal. La mire est réduite au 1/3 et l'équation devient:

$$R_{\frac{1}{3}} = R_{\infty} \frac{5f}{6f-f' \cos \alpha}.$$

Pratiquement, on peut toujours admettre $R_{1/3} = R_{\infty}$. La connaissance des surfaces focales d'astigmatisme et de la profondeur de foyer pour une netteté donnée permet de trouver la surface plane couverte. La distorsion se déduit de l'examen des divisions de la ligne verticale centrale. La mire, dessinée au tire-ligne et collée sur une glace de Saint-Gobain, a comme dimensions 2 mètres \times 2^m,50. Le matériel du Laboratoire lui permet d'étudier les objectifs sur des plaques atteignant 60 centimètres \times 70 centimètres. Les objectifs étudiés reçoivent une note d'appréciation tenant compte à la fois de leurs qualités intrinsèques et de l'usage auquel ils sont plus particulièrement destinés. — **M. A. Blondel**: *Sur les phénomènes de l'arc chantant*. I. Pour étudier le méca-

nisme intime de l'arc chantant, M. Blondel a utilisé la méthode oscillographique: trois oscillographes bitulaires convenablement disposés donnent la tension aux lames de l'arc, l'intensité du courant qui le traverse et enfin celle du courant de charge du condensateur (16 microfarads) monté en dérivation sur l'arc. II. L'examen des nombreux clichés obtenus a permis de constater qu'il existe deux régimes d'arcs chantants. L'un est caractérisé par des courbes de courant à travers l'arc indiquant le passage d'un courant toujours de même sens et ne s'annulant pas, tout au moins pendant une fraction appréciable de la durée de la période; à ce régime, l'arc rend un son nettement musical. Le second régime est caractérisé par une annulation du courant à travers l'arc, parfois même un renversement de ce courant, et, par suite, par une extinction de l'arc: le son rendu est sifflant, strident, bien que, cependant, la fréquence des courbes puisse être plus faible dans ce régime que dans le premier. Le régime musical exige un écart entre charbons plutôt fort et une intensité de courant pas trop voisine de l'intensité limite de stabilité de l'arc; il se produit plus facilement si le circuit d'alimentation est peu ou pas inductif. Le régime non musical demande un écart faible entre charbons; il se produit plus facilement si le circuit d'alimentation est inductif, mais cette condition n'est pas indispensable. Souvent, il est possible de passer d'un régime à l'autre sans difficultés; ainsi, on parvient à passer du régime non musical au régime musical simplement en augmentant l'écart entre charbons, pourvu que le circuit d'alimentation soit peu inductif. III. Nos connaissances actuelles sur les phénomènes dont l'arc électrique est le siège permettent-elles d'expliquer les formes de courbes que donnent les arcs chantants? S'appuyant sur les résultats des travaux de M^{me} Hertha Ayrton, M. Blondel montre qu'il en est bien ainsi. IV. M. Blondel étudie ensuite les phénomènes qui accompagnent l'extinction de l'arc dans le régime non musical et montre que toutes les particularités des courbes relevées par les oscillographes s'expliquent facilement par le calcul. V. Enfin, M. Blondel établit que l'arc chantant non musical présente, pour les basses tensions, tous les caractères des décharges oscillantes à haute tension entre les électrodes métalliques. — **M. Ch. Ed. Guillaume**: *Les nouvelles méthodes de mesure des bases géodésiques*. Voir à ce sujet le compte rendu du dernier volume des Procès-verbaux du Comité international des Poids et Mesures, paru dans la *Revue* du 30 juillet, page 653.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 9 Juin 1905.

M. Effront démontre que la marche de l'autophagie des levures dépend essentiellement des conditions chimiques du milieu. En présence de l'eau, la dénutrition se porte sur l'hydrate de carbone et la matière azotée. En présence d'alcool, la dénutrition se porte presque exclusivement sur les matières azotées. La dénutrition azotée peut être portée jusqu'à des limites presque extrêmes, sans provoquer la mort de la cellule. La dénutrition de l'hydrate de carbone amène, au contraire, rapidement la mort de la levure. Parmi les produits d'autophagie de la levure, M. Effront constate la présence d'aldéhyde formique et d'alcool amylique. Ces produits, ainsi que toutes les réactions chimiques constatées pendant l'autophagie, sont dus à l'intervention des enzymes qui se trouvent déjà formées dans la levure avant la dénutrition. — **M. P. Sabatier** entretient la Société de ses recherches faites en collaboration avec **M. A. Mailhe** sur les diméthylcyclohexanes. — **M. Blaise** expose les recherches de **MM. Gutton et Grégoire de Bollemont** sur les impressions produites par le bois sur les lames de plomb. — **M. A. Mailhe** a appliqué la méthode Sabatier et Senderens à l'hydrogénation des oximes. Il montre que, sous l'influence du nickel porté à une température

de 150-220°, suivant les cas, les oximes se transforment régulièrement, en présence d'hydrogène, en un mélange d'amines primaire et secondaire, sans formation appréciable d'amine tertiaire correspondante. L'acétaldoxime fournit, vers 150°, l'amine primaire $\text{CH}^3\text{CH}^2\text{AzH}^2$, une quantité notable d'amine secondaire $(\text{CH}^3\text{CH}^2)^2\text{AzH}$ et un peu de l'amine tertiaire $(\text{CH}^3\text{CH}^2)^3\text{Az}$. L'oxanthaldoxime $\text{C}^7\text{H}^{15}\text{AzOH}$, qui fond à 50° et bout à 197°, se transforme par hydrogénation en présence du nickel à 200-220° en un mélange de l'amine primaire $\text{C}^7\text{H}^{15}\text{AzH}^2$ bouillant à 153°, de l'amine secondaire $(\text{C}^7\text{H}^{15})^2\text{AzH}$ cristallisée fondant à 30°, et que l'auteur a isolée pour la première fois, et un peu de l'amine tertiaire $(\text{C}^7\text{H}^{15})^3\text{Az}$ bouillant vers 330°. Les cétoximes subissent aussi régulièrement l'action hydrogénante. L'acétoxime fournit à 180° : l'amine $(\text{CH}^3)^2\text{CHAzH}^2$, l'amine secondaire $[(\text{CH}^3)^2\text{CH}]^2\text{AzH}$, qui bout à 84°, et un liquide distillant jusque vers 105°, contenant vraisemblablement un peu d'amine tertiaire. De même, la méthyléthylcétoxime fournit un mélange des amines primaire et secondaire $\text{CH}^3(\text{C}^2\text{H}^5)\text{CHAzH}^2$ et $(\text{CH}^3(\text{C}^2\text{H}^5)\text{CH})^2\text{AzH}$, bouillant à 132°; la méthylpropylcétoxime se transforme en un mélange de $(\text{CH}^3(\text{C}^3\text{H}^7)\text{CH})\text{AzH}^2$ et de $(\text{CH}^3(\text{C}^3\text{H}^7)\text{CH})^2\text{AzH}$, bouillant à 177°. Ces deux amines secondaires ont été ainsi obtenues pour la première fois. L'auteur a cherché à obtenir les amines tertiaires correspondantes par diverses voies. Le nickel porté à haute température déboude totalement l'oxime en ammoniac, eau et carbure d'hydrogène. Le cuivre à 300° ne fournit aussi que l'amine primaire et l'amine secondaire. Cette méthode de réduction des oximes présente un certain intérêt pour les cétoximes, puisque leur hydrogénation permet d'obtenir les amines secondaires des alcools secondaires, qui, à l'exception de la diisopropylamine, sont toutes inconnues. — **M. Taboury**, comme généralisation de l'introduction du soufre dans certaines molécules organiques par l'action de ce métalloïde sur les organomagnésiens de M. Grignard, expose les résultats qu'il a obtenus avec les dérivés organomagnésiens de l'anisol et du phénéol parabromés. Il a préparé de cette manière les thiophénols correspondants par action de l'eau sur le composé $\text{Br.MgS.C}^6\text{H}^4.\text{O.R}$. Les chlorures d'acides réagissent sur ces composés ainsi que les éthers halogénés des alcools. — **M. E. E. Blaise** expose les premiers résultats de ses recherches sur les synthèses au moyen des dérivés organométalliques mixtes du zinc. Comme il sera indiqué dans la suite, ces dérivés peuvent être obtenus très rapidement, en quantité quelconque, et leur manipulation ne présente aucune difficulté. Par action des chlorures des acides β -acétoxylés sur ces dérivés organométalliques mixtes, on obtient les cétones acétoxyllées correspondantes, d'où l'on peut passer avec facilité aux cétones acycliques $\alpha\beta$ -non saturées. La réaction s'effectue dans d'excellentes conditions lorsque la fonction alcoolique d'où dérive le chlorure acétoxylé est primaire ou secondaire. Dans le cas où elle est tertiaire, on ne peut obtenir le dérivé acétoxylé; mais il suffit alors de partir du chlorure de l'acide non saturé correspondant. Cette méthode, d'un caractère général, a été étudiée en collaboration avec M. Maire. Elles conduisent aux cétones $\alpha\beta$ -non saturées de constitution quelconque, à l'exception des cétones vinyllées à radical vinylique simple. Ces dernières peuvent être préparées facilement en partant des cétones β -chlorées correspondantes, comme il sera indiqué ci-dessous. Les cétones halogénées, jusqu'ici peu connues et difficiles à obtenir à l'état de pureté, se préparent aisément par action des dérivés organométalliques mixtes du zinc sur le chlorure de di- et de trichloracétyle. On obtient ainsi les cétones répondant aux types généraux $\text{CHCl}^1.\text{CO.R}$, $\text{CCl}^1.\text{CO.R}$, et dont les premières permettront peut-être de passer aux acides-aldéhydes. Quant aux cétones monohalogénées du type chlorométhylé, elles se forment à partir du chlorure de chloracétyle avec un rendement beaucoup moins satisfaisant. Il sera sans doute possible de les obtenir dans de

meilleures conditions par une voie indirecte. Par contre, les cétones β -chlorées se préparent avec la plus grande facilité à partir du chlorure de β -chloropropionyle. Traitées par la diéthylaniline, dans des conditions convenables, elles donnent les cétones vinyllées $\text{CH}^2 : \text{CH.CO.R}$ inconnues jusqu'ici. Les cétones vinyllées constituent des liquides mobiles, à odeurs très fortes et très pénétrantes. Elles ne peuvent être distillées à la pression atmosphérique sans polymérisation partielle, mais distillent sans altération sous pression réduite. Elles se polymérisent aussi sous l'influence du temps. Les chlorures des acides bibasiques réagissent également avec une grande facilité sur les dérivés organométalliques mixtes du zinc. Avec les chlorures des acides de la série succinique, on obtient avec un bon rendement des lactones, fait en accord avec la constitution dissymétrique de ces chlorures d'acides. Avec les chlorures des éthers de la même série, on peut préparer sans difficulté les éthers des acides γ -cétoniques à radical acyldé quelconque. Quant au chlorure de glutaryle, il se comporte également comme dissymétrique et il y a formation de lactones δ . Mais la lactone est toujours accompagnée d'un acide δ -cétonique, et, en se plaçant dans de bonnes conditions, ce dernier peut être obtenu avec un rendement satisfaisant. Cette réaction constitue une méthode de préparation commode des acides δ -cétoniques peu connus jusqu'ici. — **M. Guantz** a pu obtenir du baryum pur et cristallisé (analyse 99,6 % de Ba) en dissociant dans le vide l'hydruide de baryum exempt de mercure. Le métal, condensé sur un tube en acier refroidi par un courant d'eau, se détache facilement. Le baryum au rouge réagit sur BaO pour donner un sous-oxyde Ba^2O , qu'on obtient aussi, mais impur, dans l'action de Mg sur BaO vers 1100°. A basse température, il semble se produire un peu de métal libre; l'auteur poursuit l'étude des réactions analogues, c'est-à-dire formation de sous-oxydes, qui se passent dans l'action du magnésium sur CaO et SrO.

Science en 23 Juin 1905.

M. Nicolardot communique les résultats de ses recherches sur la modification γ du sesquioxyde ferrique. — **M. P. Freundler** communique ses recherches sur le dibromacétal. — **MM. Ch. Moureu et Am. Valeur** démontrent l'existence de deux mono-iodométhylates de spartéine. Ces composés se forment simultanément quand on fait réagir la spartéine et l'iode de méthyle, soit en l'absence de solvant, soit en présence d'alcool méthylique au bain-marie. En chauffant, au contraire, en tube scellé à 100° le mélange de spartéine, d'iode de méthyle et d'alcool méthylique, on obtient les iodhydrates de ces deux iodométhylates, qui, par décomposition au moyen des alcalis ou des carbonates alcalins, fournissent les iodométhylates correspondants. L'iodométhylate α $\text{C}^{12}\text{H}^{20}\text{Az}^1\text{CH}^1$ est moins soluble dans H^2O que son isomère; $[\alpha]_D = -22^\circ 75$. L'iodométhylate α le plus soluble a un pouvoir rotatoire d'au moins $[\alpha]_D = -46$. Les iodhydrates de ces iodométhylates perdent à 230 ou 240° de l'iode de méthyle en donnant quantitativement un même mono-iodhydrate de spartéine: $\text{C}^{12}\text{H}^{20}\text{Az}^1\text{CH}^1.\text{HI} = \text{CH}^1 + \text{C}^{12}\text{H}^{20}\text{Az}^1\text{HI}$. D'autre part, le mono-iodhydrate de spartéine, traité par ICH^3 en tube scellé à 130°, fournit un mélange des deux iodhydrates d'iodométhylate α et α' ; des faits qui précèdent, les auteurs tirent les conclusions suivantes: 1° Dans les deux iodo-méthylates, l'iode de méthyle est fixé au même atome d'Az; leur isomérisation est donc d'ordre stéréo-chimique; 2° L'identité des produits obtenus en faisant agir successivement, sur la spartéine, l'iode de méthyle, puis HI, ou inversement HI, puis CH^1 , démontre l'équivalence des deux atomes d'Az et, par suite, établit la symétrie de la formule de la spartéine. — **M. Quenessen** expose à la Société un procédé rapide de dosage d'un alliage de platine et d'iridium. Il propose de précipiter par le magnésium de

leur solution froide le platine et l'iridium, et de les traiter ensuite au petit rouge par l'hydrogène; puis d'enlever l'excès de magnésium par l'acide sulfurique dilué à 10 %, pour reprendre ensuite par de l'eau régale faible, qui dissout seule le platine. Il a constaté, en effet, que l'iridium, précipité par Mg, et encore humide, est soluble dans l'acide sulfurique dilué, ainsi que dans l'acide acétique; qu'il conserve encore cette propriété si on le sèche à 100° et même au petit rouge; c'est donc vraisemblablement un oxyde, qui prend, d'ailleurs, une teinte bleue après dessiccation à 100°, et dont les solutions ont des colorations différentes suivant la température de dessiccation. Humide ou séché à 100°, il communique à l'acide sulfurique dilué une coloration jaune qui vire au violet à la longue; la coloration est violette si on l'a portée à l'air à 440°, et enfin bleue si on l'a chauffé à 800°. — **M. P. Lebeau**, poursuivant ses recherches sur l'emploi des métaux ammoniums en Chimie organique, fait connaître ses résultats concernant la préparation et les propriétés du propane pur. Ce carbure est encore liquide à — 193°; il bout à 44°,5. La température critique est 97°,5. Ces constantes physiques sont différentes de celles qui avaient été attribuées à ce carbure par M. Hamlein, en 1895; elles se rapprochent beaucoup des déterminations antérieures de M. Olszewski. Le butane normal pur s'obtient très facilement en faisant réagir l'iode de butyle secondaire sur le sodammonium. La réaction donne naissance en même temps à l'amine correspondante. Il n'en est plus de même avec le chlorure de butyle tertiaire, qui fournit à côté de l'isobutane de l'amidure de sodium sans production d'amine. — **M. L. Bouveault**, au nom de **M. R. Locquin** et au sien, décrit la pivaloïne, obtenue dans l'action du sodium sur le pivalate d'éthyle. Quoique possédant un groupe acétonique, elle est sans action sur l'hydroxylamine et la semicarbazide; oxydée, elle fournit la *dipivaloyle*, α -dicétone qui ne donne avec l'hydroxylamine qu'une monoxime; hydrogénée par le sodium et l'alcool, elle fournit exclusivement un alcool secondaire $C^4H^9.CH^2.CHOH.C^4H^9$ fusible à 53°, oxydable en une acétone liquide bouillant à 163° et qui, malgré la présence du groupe $-CO.CH^3-$, est sans action sur l'hydroxylamine et la semicarbazide. — **M. A. Granger** décrit les résultats de ses tentatives pour obtenir des colorants céramiques à l'aide de l'anhydride tungstique. Avec des fondants convenables, en n'exagérant pas la température, ce corps conserve sa couleur jaune. Dans certaines glaçures, il détermine, par contre, une opacification, qui empêchera de l'employer dans ces conditions.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 18 Mai 1905.

MM. H.-B. Dixon et **E.-C. Edgar** : *Le poids atomique du chlore; essai pour déterminer l'équivalent du chlore par combustion directe avec l'hydrogène.* Dans les neuf expériences décrites par les auteurs, 9,1786 grammes d'hydrogène se sont combinés avec 323,0403 grammes de chlore; par conséquent, le poids équivalent du chlore calculé en masse est de 35,195. Le chiffre obtenu pour le poids atomique du chlore est sensiblement plus élevé que celui calculé par F.-W. Clarke d'après des déterminations antérieures et légèrement supérieur à la valeur de Stas :

CALCUL DE CLARKE	STAS	DIXON ET EDGAR	
33,179	35,189	35,195	H = 1
35,447	35,157	35,163	O = 16

G.-P. Baxter indique la valeur 35,467 comme obtenue par Richards et Wells pour le poids atomique du chlore, valeur légèrement supérieure à celle des auteurs.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

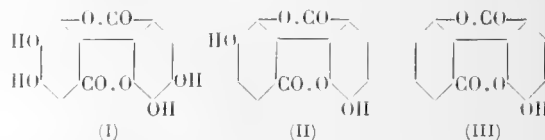
Séance du 16 Juin 1905.

M. J. Fleming a déterminé théoriquement le rapport entre les pouvoirs éclairants sphérique moyen et horizontal moyen d'une lampe à incandescence. Il trouve $\pi \frac{1}{2} = 0,785$, valeur qui concorde avec celle (0,78) qu'a obtenue expérimentalement M. Dyke. Le facteur de correction pour réduire le pouvoir éclairant horizontal actuel d'un filament linéaire de longueur finie au pouvoir éclairant dans la même direction qu'on trouverait si les éléments du filament étaient concentrés et normaux sur l'axe du photomètre est donné par l'expression $\frac{1}{2}(\cos^2 \Phi + \Phi \cot \Phi)$, où Φ est l'angle soutendu par le filament linéaire sur le disque photométrique. — **M. H. A. Wilson** a étudié la conductivité d'une flamme de gaz d'éclairage pour l'électricité entre des électrodes de platine plongées dans la flamme. Le brûleur est d'un type spécial en quartz fondu, bon isolant; il permet d'introduire des sels dans la flamme. Le courant à travers la flamme était mesuré avec un galvanomètre à bobine mobile, et la différence de potentiel entre les électrodes par un voltmètre électro-statique. — **M. R. Appleyard** communique quelques résultats de ses recherches sur les diélectriques. Excepté pour les diélectriques homogènes, il est erroné de déduire les valeurs spécifiques par rapport à l'unité de volume de la substance d'essais faits sur des feuilles. Avec des électrodes en feuilles d'étain pressées, la résistance apparente diminue lorsque la charge augmente; elle atteint une valeur constante pour une charge de 100 gr. par cm^2 . — **M. F. Lanchester** : L'accéléromètre à pendule, instrument pour la mesure directe et l'enregistrement de l'accélération. — **M. N. V. Stanford** : Nouvelle forme de picnomètre.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 1^{er} Juin 1905 (fin).

M. J. A. Newton confirme l'exactitude du titrage du peroxyde d'hydrogène par le permanganate en présence de persulfate de potassium. — **MM. A. G. Perkin** et **M. Nierenstein**, en oxydant par le persulfate de K l'acide gallique dissous dans H^2SO^4 , ont obtenu l'acide ellagique de Graebe $C^8H^6O^8$ (form. I). L'acide protocatéchnique, traité de la même façon, donne un acide $C^8H^6O^8$, F. > 360°. L'acide *p*-hydroxybenzoïque conduit à l'acide catellagique $C^8H^6O^6$ (form. II). Enfin, l'acide *m*-hydroxybenzoïque donne par la même méthode un



acide métellagique $C^8H^6O^6$ (form. III), F. 273°-276°. — **MM. W. L. Goodwin** et **W. H. Perkin jun.** ont séparé les deux modifications de l'acide hexahydroisoptalique par cristallisation fractionnée des sels de chaux; l'acide *cis* fond à 162°-163°, l'acide *trans* à 148°. — **M. R. M. Caven** a préparé de nouveaux halogénures doubles d'ammonium et d'antimoine : $7AzH^4.Br.3SbBr^3$; $3AzH^4.Br.2SbBr^3$; $3AzH^4.2SbI^3$. La méthode de préparation consiste à ajouter un excès d'acide acétique glacial à une solution aqueuse concentrée des deux halogénures et de l'acide halohydrique. — **MM. W. H. Perkin jun.** et **J. L. Simonsen** ont constaté qu'on peut remplacer facilement l'hydroxyle par le brome en faisant chauffer les acétates d'alcools à 130° avec une solution d' HBr dans l'acide acétique. — **MM. P. F. Frankland** et **N. L. Gebhard**, par méthylation directe, suivant la méthode de Purdie, des sels-éthers de l'acide *d*-glycérique, ont obtenu les diméthoxypropionates corres-

pondants. — MM. A. Harden et W. J. Young ont constaté que l'addition de suc de levure bouilli à du suc frais agissant sur du glucose produit une forte évolution initiale de CO_2 , qui diminue bientôt jusqu'à ce que le dégagement reste constant pendant plusieurs heures. Ce dégagement permanent est généralement le même que celui que produit un égal volume du même suc de levure et de sucre sans addition; mais il diminue plus lentement que ce dernier, de sorte que la fermentation se poursuit plus longtemps. — MM. J. C. Irvine et A. Cameron, en alkylant le β -méthylglucoside par Ag_2O et CH_3I , ont obtenu le tétraméthyl- β -méthylglucoside, identique au glucose pentaméthyle. On obtient de la même façon le tétraméthyl- β -méthylgalactoside.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 23 Mai 1903.

M. Helmert présente un Mémoire sur l'exactitude des critères du hasard dans les séries d'observations. Pour compenser les séries d'observations, on aime à examiner les erreurs restantes pour vérifier si elles sont d'une origine suffisamment accidentelle, surtout dans le cas des formules d'interpolation où l'influence des termes négligés pourrait se faire sentir. L'auteur fait voir que, pour définir le degré d'exactitude dans l'examen des signes et des erreurs moyennes, on peut se servir des divergences moyennes, formulées dans l'hypothèse d'une loi « rectiligne » des erreurs d'observation, d'une façon analogue aux erreurs probables moyennes de Gauss.

Séance du 22 Juin 1903.

M. Brankow présente les résultats de ses recherches faites en collaboration avec le Professeur E. Frass, à Stuttgart, sur le bassin cryptovolcanique de Steinheim dans l'Alb wurtembergeois. Les couches jurassiques constituant le centre de ce bassin sont amassées en direction verticale sur une hauteur d'environ 150 mètres, ce que l'auteur attribue à l'effet d'un laccolithe se trouvant dans les profondeurs. Les phénomènes volcaniques de ce bassin sont rattachés à ceux de certains bassins voisins et attribués à l'effet d'une même roche profonde étendue. — M. R. Brauns, professeur à Kiel, a fait des recherches sur les roches diabasiques des montagnes argileuses rhénanes. L'auteur y distingue trois espèces de roches diabasiques, suivant les minéraux qu'elles renferment et leur situation géologique. ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Mai 1903.

M. E. Warburg rend compte, suivant les expériences de M. F. R. Corton, des effets de radiation et de l'influence de la température sur les phénomènes que présentent les halogènes dans les décharges par pointes. Les expériences en question étaient destinées d'abord à établir le potentiel minimum dans la décharge par pointe pour le cas des halogènes : chlore, brome et iode. En raison, cependant, des grandes divergences que présentaient les valeurs obtenues par les méthodes ordinaires, l'expérimentateur a dû considérer plus en détail les conditions générales sous lesquelles le potentiel minimum est de grandeur constante. Le potentiel minimum s'est trouvé dépendre du traitement subi par la pointe métallique, aussi bien que des effets de rayonnement. L'influence de ces derniers est temporaire, disparaissant en même temps que le rayonnement. Le potentiel minimum s'accroît encore par l'incandescence dans une flamme. Les pointes récemment traitées à la lime sont en général insensibles, donnant les valeurs normales du potentiel minimum; on leur rend cependant leur sensibilité sous l'influence de la décharge elle-même, aussi bien que de l'incandescence à l'air ou à l'oxygène humides; les valeurs anormales ainsi

obtenues se réduisent temporairement aux valeurs normales sous l'action d'un rayonnement.

Séance du 2 Juin 1903.

MM. Marckwald et K. Herrmann présentent un mémoire sur la fluorescence de l'air dans les rayons du radiotellure. Lorsqu'on dispose à côté d'une plaque de radiotellure une plaque photographique soustraite à l'action de la lumière, celle-ci se trouve être noircie après développement; son noircissement décroît du côté des portions détournées du radiotellure. En plaçant sur la plaque des fiches de métal, de papier, de verre ou de quartz, on obtient des silhouettes bien marquées des deux premières, alors que la plaque est faiblement noircie à l'endroit où se trouvait le verre et plus fortement là où était la fiche de quartz. L'hypothèse que ces phénomènes seraient dus à une émanation du radiotellure, émanation qui jusqu'ici n'a pu être démontrée par voie électrique, est infirmée par l'observation suivante: Si les rayons Becquerel étaient cause du phénomène, leur effet devrait être affaibli par le verre et le quartz dans une mesure plus grande que par le papier; or, on vient de le voir, c'est le contraire qui se produit. D'autre part, lorsque la plaque de radiotellure et la plaque photographique se trouvent dans une enceinte raréfiée où l'on a fait le vide (à environ 20 millimètres de pression), les effets sont affaiblis énormément, alors qu'ils devraient être renforcés si vraiment ils étaient dus à une émanation. Un courant d'air énergique, soufflant sur deux plaques disposées des deux côtés du radiotellure et contenant des fiches métalliques pareilles, a produit un noircissement intense et uniforme après une action de 1 1/4 h. C'est donc bien, semble-t-il, l'air qui devient fluorescent au-dessus du radiotellure sous l'action des rayons. La transparence du verre à cette lumière fluorescente peut n'être qu'apparente, le verre étant rendu fluorescent par les rayons ultraviolets et produisant une lumière à plus grandes longueurs d'onde qui agit sur la plaque. L'auteur met en évidence la réflexion qui subit cette lumière. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 22 Avril 1903.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. de Vries présente: *Sur des systèmes linéaires de courbes planes algébriques*. Le lieu des points où une courbe c^n , d'ordre n , faisant partie d'un système linéaire $(c^n)_k$ de l'ordre de multiplicité k , admet un contact de l'ordre k avec une droite passant par un point donné O , est une courbe de l'ordre $\frac{1}{2}(k+1)(2n-k)$, dont O est un point $\frac{1}{2}k(k+1)^{\text{me}}$. Les tangentes doubles des courbes c^n d'un faisceau $(c^n)_1$ enveloppent une courbe de la classe $2n(n-2)(n-3)$, admettant un point $(n+4)(n-3)^{\text{me}}$ en chaque point de base du faisceau. Le faisceau $(c^n)_1$ contient $\frac{1}{2}(n-4)(n-3)^2(10n^4+35n^3-21n^2-80n+10)$ courbes admettant une tangente d'inflexion touchant la courbe en un second point. Le faisceau $(c^n)_1$ contient $\frac{9}{2}(n-3)(n^3+n^2-8n+4)$ courbes admettant un point d'ondulation. Une droite quelconque est tangente double de $\frac{1}{2}n-7$ courbes c^n faisant partie d'un réseau $(c^n)_2$. Le lieu des points de rebroussement des courbes c^n d'un réseau $(c^n)_2$ est une courbe de l'ordre $\frac{1}{2}(2n-3)$. — Ensuite M. de Vries présente: *Quelques nombres caractéristiques d'une surface algébrique*. À l'aide de considérations élémentaires, l'auteur démontre les théorèmes suivants, se rapportant à la surface générale φ^n de l'ordre n . Le lieu des points, où φ^n admet une tangente à quatre points d'intersection coïncidés (tangente flecnodale), est une courbe gauche de l'ordre $n(11n-24)$. Le lieu des points d'intersection de φ^n avec

ses tangentes flecnodales est de l'ordre $2n (n-4)$ ($3n^2 + n - 12$). Le lieu des tangentes flecnodales est une surface réglée de l'ordre $2n (n-3)$ ($3n - 2$). Le lieu des points d'osculation A des tangentes principales touchant φ^n en un autre point B est de l'ordre $n(n-4)$ ($3n^2 + 5n - 24$), celui des points de contact B est de l'ordre $n(n-2)$ ($n-4$) ($n^2 + 2n + 12$). Le lieu de ces tangentes $t_{2,2}$ est une surface réglée de l'ordre $n(n-3)$ ($n-4$) ($n^2 + 6n - 4$). Le lieu des points de contact des tangentes $t_{2,2}$ touchant φ^n en trois points est de l'ordre

$\frac{1}{2} n (n-2) (n-4) (n-5) (n^2 + 5n + 12)$; le lieu de ces tangentes $t_{2,2}$ est de l'ordre $\frac{1}{3} n (n-3) (n-4)$

$(n-5) (n^2 + 3n - 2)$. La ligne spinodale est de l'ordre $4n(n-2)$. — Enfin, M. de Vries présente la thèse de

M^{lle} A. A. Dalhuizen : « Over eenige aantallen van kegelsneden, die aan acht voorwaarden voldoen » (Sur quelques nombres de coniques satisfaisant à huit conditions). — M. J. Cardinaal présente au nom de M. K.

Bes : *L'équation du neuvième ordre représentant le lieu des axes principaux d'un faisceau de quadriques*. Ici l'équation de l'ordre douze déduite par M. Cardinaal (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 239) est débarrassée de ses facteurs étrangers. — MM. H. G. et E. F. van de Sande Bakhuizen présentent au nom de M. J. Weeder :

Formules exactes d'approximation pour le rapport des triangles dans la détermination d'une orbite elliptique par trois observations. L'auteur représente le Soleil par S et les trois positions de la planète par P₁, P₂, P₃ ; avec Gibbs, il pose $\Delta P_1SP_2 = n_1 \Delta P_1SP_3$ et $\Delta P_2SP_3 = n_2 \Delta P_1SP_3$. Le but de sa communication est le développement d'expressions pour n_1 et n_2 comprenant les termes du quatrième ordre ; chemin faisant, il démontre d'une manière nouvelle les expressions données par Gibbs. — M. K. Martin présente la thèse de M. A. L.

Zaalberg : « Differentialiaal-meetekundige eigenschappen van stralensystemen » (Propriétés de géométrie infinitésimale des systèmes de rayons).

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. D. van der Waals présente au nom de M. Ph. Kohnstamm les trois communications suivantes : 1^o *Une formule pour la pression osmotique dans les solutions concentrées dont la vapeur suit les lois des gaz*. Déduction de l'équation $P = p_0 - p_0 = - \frac{MRT}{V_0} \log(1-x)$, qui mène à la formule connue de van't Hoff, si l'on développe le logarithme et que l'on fasse abstraction des puissances supérieures ; 2^o *Déductions cinétiques de la loi de van't Hoff par rapport à la pression osmotique d'une solution diluée*. A côté des théories plus compliquées (celle de Poynting, cherchant à expliquer la pression osmotique par l'association du milieu dissolvant et de la substance dissoute, et celle de Backlund, qui semble avoir besoin d'ondes de l'éther), on a développé principalement deux théories assez simples : la théorie statique et la théorie cinétique. La première théorie trouva récemment des défenseurs zélés en Pupin et Barmwater. Cependant, la seconde théorie semble la plus importante ; le grand nombre de ses adhérents se réclament de l'égalité de la pression osmotique et de la pression gazeuse, prouvée par l'expérience et par des considérations thermodynamiques, menant à la conclusion que la substance dissoute se présente dans les deux cas sous la même forme ou bien que le milieu dissolvant transforme la substance dissoute dans l'état gazeux dilué. Cette explication populaire, dont on déduit sans peine une démonstration très intuitive de la loi frappante de van't Hoff, n'est qu'une explication verbale, laissant inexplicite la cause pour laquelle le milieu dissolvant exerce cette action sur la substance dissoute ; de plus, elle est incompatible avec tout ce que nous savons des fluides et des gaz. Les tentatives de Lorentz et de Boltzmann pour expliquer la loi de van't Hoff d'une tout autre manière n'ayant pas mené au but final, l'auteur développe ses propres idées ; 3^o *La pression osmotique ou le potentiel*

thermodynamique. L'auteur termine cette troisième communication par les conclusions suivantes : « Dans sa condition actuelle, la Chimie physique nous rappelle, quant à sa partie quantitative, la navigation d'un peuple ignorant l'usage de la boussole. La navigation côtière est pratiquée avec ardeur ; la même région limitée est traversée sans cesse ; mais on ne se hasarde pas en pleine mer à des distances considérables de la côte, et avec raison, car le danger de naufrager sur les ondes turbulentes des hypothèses téméraires est considérable. Seule, la possession d'une boussole exacte peut apporter un remède. La Chimie physique l'obtiendra si elle remplace la théorie de la pression osmotique par celle du potentiel thermodynamique, basée sur une équation d'état bien fondée. » — M. H.

Kamerlingh Onnes présente au nom de M. M. Reinaganum (Strasbourg) : *Ueber electro-optische Konstanten der Metalle* (Sur les constantes électro-optiques des métaux). Les considérations de l'auteur se basent sur les recherches récentes de MM. E. Hagen et H. Rubens. — Ensuite, M. Onnes présente au nom de M. A. W. G ray :

Application du baroscope à la détermination de la densité des gaz et des vapeurs. Description d'un nouvel appareil. — M. W. Einthoven : *Analyse des courbes obtenues à l'aide du galvanomètre à corde*. Masse et tension du fil de quartz et résistance du mouvement du fil. Pour l'instrument employé par l'auteur et les courbes décrites, on peut comparer les communications précédentes (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 967, t. XV, p. 472 et 1055). 1. Introduction ; 2. Hypothèse fondamentale de la méthode ; la résistance de l'air qu'éprouve le fil de quartz en mouvement est proportionnelle à la vitesse. Les équations du mouvement d'un corps oscillant à amortissement électro-magnétique ; 3. La masse de la corde. La détermination directe de la masse de la corde étant impossible, l'auteur y substitue ce qu'il déduit de la formule connue reliant l'accélération à cette masse et à la force motrice, après avoir trouvé l'accélération et la force par l'expérience ; 4. La résistance du mouvement de la corde est déterminée à l'aide du point d'inflexion de la courbe où le rayon de courbure est infini ; 5. L'accélération ; 6. Analyse de quelques courbes ; 7. Valeurs absolues de la masse de la corde et de la résistance de son mouvement ; 8. La tension du fil de quartz ; 9. L'utilité du galvanomètre à corde par rapport à plusieurs buts différents. — M. H. J. Hamburger présente au nom de M. A. W. Visser :

Remarques sur l'autocatalyse et la transformation des γ oxyacides, avec et sans addition d'acides, envisagées comme réactions d'ions. — M. A. F. Holleman présente la thèse de M. Ch. Sluyter : « Het mechanisme van eenige organische reacties » (Le mécanisme de quelques réactions organiques). — M. C. H. Wind présente au nom du directeur de l'Institut météorologique des Pays-Bas : « Observations néerlandaises pour les études internationales des nuages en 1896-1897 ».

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. T. Place présente au nom de M. E. de Vries : *Le ganglion voméronasal*. Les expériences se rapportent à un embryon humain d'une longueur de 55 millimètres. Le travail est illustré par une planche montrant six coupes du ganglion. — Ensuite M. Place présente au nom de M. J. W. van Bisselick : *L'innervation du myotome du torse*. Suite d'une communication de M. J. W. Langelaan (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 795). — M. G. C. J. Vosmaer présente, aussi au nom de M. H. P. Wysman : *Sur la structure des « spicula » siliceux des éponges*. I. Les « styli » de *Tethya lyncurium*. — M. K. Martin présente au nom de M. H. G. Jonker : *Contributions à la connaissance des pierres erratiques sédimentaires des Pays-Bas*. I. Le « Hondsrug » de la province de Groningue, pierres erratiques du Silurien supérieur. Deuxième communication ; Pierres erratiques de l'âge des zones Baltiques orientales II et I. P. H. Schouté.

— M. H. J. Hamburger présente au nom de M. A. W. Visser : *Remarques sur l'autocatalyse et la transformation des γ oxyacides, avec et sans addition d'acides, envisagées comme réactions d'ions*. — M. A. F. Holleman présente la thèse de M. Ch. Sluyter : « Het mechanisme van eenige organische reacties » (Le mécanisme de quelques réactions organiques). — M. C. H. Wind présente au nom du directeur de l'Institut météorologique des Pays-Bas : « Observations néerlandaises pour les études internationales des nuages en 1896-1897 ».

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. T. Place présente au nom de M. E. de Vries : *Le ganglion voméronasal*. Les expériences se rapportent à un embryon humain d'une longueur de 55 millimètres. Le travail est illustré par une planche montrant six coupes du ganglion. — Ensuite M. Place présente au nom de M. J. W. van Bisselick : *L'innervation du myotome du torse*. Suite d'une communication de M. J. W. Langelaan (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 795). — M. G. C. J. Vosmaer présente, aussi au nom de M. H. P. Wysman : *Sur la structure des « spicula » siliceux des éponges*. I. Les « styli » de *Tethya lyncurium*. — M. K. Martin présente au nom de M. H. G. Jonker : *Contributions à la connaissance des pierres erratiques sédimentaires des Pays-Bas*. I. Le « Hondsrug » de la province de Groningue, pierres erratiques du Silurien supérieur. Deuxième communication ; Pierres erratiques de l'âge des zones Baltiques orientales II et I. P. H. Schouté.

— M. H. J. Hamburger présente au nom de M. A. W. Visser : *Remarques sur l'autocatalyse et la transformation des γ oxyacides, avec et sans addition d'acides, envisagées comme réactions d'ions*. — M. A. F. Holleman présente la thèse de M. Ch. Sluyter : « Het mechanisme van eenige organische reacties » (Le mécanisme de quelques réactions organiques). — M. C. H. Wind présente au nom du directeur de l'Institut météorologique des Pays-Bas : « Observations néerlandaises pour les études internationales des nuages en 1896-1897 ».

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. T. Place présente au nom de M. E. de Vries : *Le ganglion voméronasal*. Les expériences se rapportent à un embryon humain d'une longueur de 55 millimètres. Le travail est illustré par une planche montrant six coupes du ganglion. — Ensuite M. Place présente au nom de M. J. W. van Bisselick : *L'innervation du myotome du torse*. Suite d'une communication de M. J. W. Langelaan (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 795). — M. G. C. J. Vosmaer présente, aussi au nom de M. H. P. Wysman : *Sur la structure des « spicula » siliceux des éponges*. I. Les « styli » de *Tethya lyncurium*. — M. K. Martin présente au nom de M. H. G. Jonker : *Contributions à la connaissance des pierres erratiques sédimentaires des Pays-Bas*. I. Le « Hondsrug » de la province de Groningue, pierres erratiques du Silurien supérieur. Deuxième communication ; Pierres erratiques de l'âge des zones Baltiques orientales II et I. P. H. Schouté.

— M. H. J. Hamburger présente au nom de M. A. W. Visser : *Remarques sur l'autocatalyse et la transformation des γ oxyacides, avec et sans addition d'acides, envisagées comme réactions d'ions*. — M. A. F. Holleman présente la thèse de M. Ch. Sluyter : « Het mechanisme van eenige organische reacties » (Le mécanisme de quelques réactions organiques). — M. C. H. Wind présente au nom du directeur de l'Institut météorologique des Pays-Bas : « Observations néerlandaises pour les études internationales des nuages en 1896-1897 ».

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. T. Place présente au nom de M. E. de Vries : *Le ganglion voméronasal*. Les expériences se rapportent à un embryon humain d'une longueur de 55 millimètres. Le travail est illustré par une planche montrant six coupes du ganglion. — Ensuite M. Place présente au nom de M. J. W. van Bisselick : *L'innervation du myotome du torse*. Suite d'une communication de M. J. W. Langelaan (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 795). — M. G. C. J. Vosmaer présente, aussi au nom de M. H. P. Wysman : *Sur la structure des « spicula » siliceux des éponges*. I. Les « styli » de *Tethya lyncurium*. — M. K. Martin présente au nom de M. H. G. Jonker : *Contributions à la connaissance des pierres erratiques sédimentaires des Pays-Bas*. I. Le « Hondsrug » de la province de Groningue, pierres erratiques du Silurien supérieur. Deuxième communication ; Pierres erratiques de l'âge des zones Baltiques orientales II et I. P. H. Schouté.

— M. H. J. Hamburger présente au nom de M. A. W. Visser : *Remarques sur l'autocatalyse et la transformation des γ oxyacides, avec et sans addition d'acides, envisagées comme réactions d'ions*. — M. A. F. Holleman présente la thèse de M. Ch. Sluyter : « Het mechanisme van eenige organische reacties » (Le mécanisme de quelques réactions organiques). — M. C. H. Wind présente au nom du directeur de l'Institut météorologique des Pays-Bas : « Observations néerlandaises pour les études internationales des nuages en 1896-1897 ».

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. T. Place présente au nom de M. E. de Vries : *Le ganglion voméronasal*. Les expériences se rapportent à un embryon humain d'une longueur de 55 millimètres. Le travail est illustré par une planche montrant six coupes du ganglion. — Ensuite M. Place présente au nom de M. J. W. van Bisselick : *L'innervation du myotome du torse*. Suite d'une communication de M. J. W. Langelaan (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 795). — M. G. C. J. Vosmaer présente, aussi au nom de M. H. P. Wysman : *Sur la structure des « spicula » siliceux des éponges*. I. Les « styli » de *Tethya lyncurium*. — M. K. Martin présente au nom de M. H. G. Jonker : *Contributions à la connaissance des pierres erratiques sédimentaires des Pays-Bas*. I. Le « Hondsrug » de la province de Groningue, pierres erratiques du Silurien supérieur. Deuxième communication ; Pierres erratiques de l'âge des zones Baltiques orientales II et I. P. H. Schouté.

— M. H. J. Hamburger présente au nom de M. A. W. Visser : *Remarques sur l'autocatalyse et la transformation des γ oxyacides, avec et sans addition d'acides, envisagées comme réactions d'ions*. — M. A. F. Holleman présente la thèse de M. Ch. Sluyter : « Het mechanisme van eenige organische reacties » (Le mécanisme de quelques réactions organiques). — M. C. H. Wind présente au nom du directeur de l'Institut météorologique des Pays-Bas : « Observations néerlandaises pour les études internationales des nuages en 1896-1897 ».

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. T. Place présente au nom de M. E. de Vries : *Le ganglion voméronasal*. Les expériences se rapportent à un embryon humain d'une longueur de 55 millimètres. Le travail est illustré par une planche montrant six coupes du ganglion. — Ensuite M. Place présente au nom de M. J. W. van Bisselick : *L'innervation du myotome du torse*. Suite d'une communication de M. J. W. Langelaan (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 795). — M. G. C. J. Vosmaer présente, aussi au nom de M. H. P. Wysman : *Sur la structure des « spicula » siliceux des éponges*. I. Les « styli » de *Tethya lyncurium*. — M. K. Martin présente au nom de M. H. G. Jonker : *Contributions à la connaissance des pierres erratiques sédimentaires des Pays-Bas*. I. Le « Hondsrug » de la province de Groningue, pierres erratiques du Silurien supérieur. Deuxième communication ; Pierres erratiques de l'âge des zones Baltiques orientales II et I. P. H. Schouté.

— M. H. J. Hamburger présente au nom de M. A. W. Visser : *Remarques sur l'autocatalyse et la transformation des γ oxyacides, avec et sans addition d'acides, envisagées comme réactions d'ions*. — M. A. F. Holleman présente la thèse de M. Ch. Sluyter : « Het mechanisme van eenige organische reacties » (Le mécanisme de quelques réactions organiques). — M. C. H. Wind présente au nom du directeur de l'Institut météorologique des Pays-Bas : « Observations néerlandaises pour les études internationales des nuages en 1896-1897 ».

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. T. Place présente au nom de M. E. de Vries : *Le ganglion voméronasal*. Les expériences se rapportent à un embryon humain d'une longueur de 55 millimètres. Le travail est illustré par une planche montrant six coupes du ganglion. — Ensuite M. Place présente au nom de M. J. W. van Bisselick : *L'innervation du myotome du torse*. Suite d'une communication de M. J. W. Langelaan (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 795). — M. G. C. J. Vosmaer présente, aussi au nom de M. H. P. Wysman : *Sur la structure des « spicula » siliceux des éponges*. I. Les « styli » de *Tethya lyncurium*. — M. K. Martin présente au nom de M. H. G. Jonker : *Contributions à la connaissance des pierres erratiques sédimentaires des Pays-Bas*. I. Le « Hondsrug » de la province de Groningue, pierres erratiques du Silurien supérieur. Deuxième communication ; Pierres erratiques de l'âge des zones Baltiques orientales II et I. P. H. Schouté.

— M. H. J. Hamburger présente au nom de M. A. W. Visser : *Remarques sur l'autocatalyse et la transformation des γ oxyacides, avec et sans addition d'acides, envisagées comme réactions d'ions*. — M. A. F. Holleman présente la thèse de M. Ch. Sluyter : « Het mechanisme van eenige organische reacties » (Le mécanisme de quelques réactions organiques). — M. C. H. Wind présente au nom du directeur de l'Institut météorologique des Pays-Bas : « Observations néerlandaises pour les études internationales des nuages en 1896-1897 ».

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. T. Place présente au nom de M. E. de Vries : *Le ganglion voméronasal*. Les expériences se rapportent à un embryon humain d'une longueur de 55 millimètres. Le travail est illustré par une planche montrant six coupes du ganglion. — Ensuite M. Place présente au nom de M. J. W. van Bisselick : *L'innervation du myotome du torse*. Suite d'une communication de M. J. W. Langelaan (*Rev. gén. des Sc.*, t. XIV, p. 795). — M. G. C. J. Vosmaer présente, aussi au nom de M. H. P. Wysman : *Sur la structure des « spicula » siliceux des éponges*. I. Les « styli » de *Tethya lyncurium*. — M. K. Martin présente au nom de M. H. G. Jonker : *Contributions à la connaissance des pierres erratiques sédimentaires des Pays-Bas*. I. Le « Hondsrug » de la province de Groningue, pierres erratiques du Silurien supérieur. Deuxième communication ; Pierres erratiques de l'âge des zones Baltiques orientales II et I. P. H. Schouté.

— M. H. J. Hamburger présente au nom de M. A. W. Visser : *Remarques sur l'autocatalyse et la transformation des γ oxyacides, avec et sans addition d'acides, envisagées comme réactions d'ions*. — M. A. F. Holleman présente la thèse de M. Ch. Sluyter : « Het mechanisme van eenige organische reacties » (Le mécanisme de quelques réactions organiques). — M. C. H. Wind présente au nom du directeur de l'Institut météorologique des Pays-Bas : « Observations néerlandaises pour les études internationales des nuages en 1896-1897 ».

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Art de l'Ingénieur

L'extraction et l'utilisation de la tourbe. — La tourbe est un combustible très répandu dans certaines régions de la France et, en général, mal exploité; cette exploitation a fait, au contraire, en Allemagne, de grands progrès, parmi lesquels il y a lieu de signaler tout particulièrement la méthode proposée par M. Gerke pour l'exploitation des tourbes liquides, renfermant jusqu'à 95 % d'eau, et habituellement négligées comme improductives. Cette tourbe, prise par des dragues spéciales, est envoyée par des fossés dans des bassins près de l'usine à briquettes de tourbe, où elle est passée dans des filtres-presses continus, qui la ramènent à ne tenir plus que 65 % d'eau, après quoi on la sèche par de la vapeur d'échappement des machines à briquettes, et on la presse en briquettes.

Le côté intéressant de ce système est que la vapeur nécessaire à la force motrice est produite dans une chaudière spéciale, ou chaudière à tourbe, non par des briquettes de tourbe, mais par de la tourbe humide. La vapeur de cette chaudière provient de tourbe humide dont on vaporise l'eau dans la chaudière même, et c'est la tourbe ainsi séchée, dans la chaudière, en y produisant de la vapeur motrice, que l'on brûle ensuite au foyer de la chaudière. On économise ainsi, et recueille en vapeur motrice, l'énergie ordinairement employée à vaporiser à l'air libre l'eau de cette tourbe. Et l'on conçoit fort bien que l'on puisse réaliser d'importants bénéfices en utilisant, sur la tourbière même, ces chaudières à produire de la force motrice, non seulement pour la fabrication des briquettes de tourbe, mais aussi pour tout autre usage, la commande d'une station électrique par exemple.

C'est ainsi que l'on pourrait, d'après M. Gerke, dans une station électrique de 3.000 chevaux d'une fabrique de briquettes en produisant environ 200 tonnes par jour, utiliser environ 47 % de l'énergie de la tourbe brute à produire de l'électricité et des briquettes, dont la fabrication ne serait pas sensiblement influencée par celle de l'électricité⁴.

§ 2. — Météorologie

Intéressante installation météorologique. — L'installation dont il s'agit a été faite, il y a peu de temps, en Laponie, par un professeur de l'Université de Stockholm, M. Axel Hamberg, qui, depuis deux ans, s'efforce d'obtenir dans les Alpes de la Laponie suédoise des observations météorologiques automatiques.

Jusqu'à présent, M. Hamberg a établi deux stations : l'une sur le mont Sälkkok, à 1064 mètres au-dessus du niveau de la mer, l'autre sur le Portitjokko, à une altitude de 1995 mètres environ. Tous les appareils doivent fonctionner une année sans interruption.

L'enregistrement se fait trois fois par heure au moyen d'un barreau qui retombe sur une série d'aiguilles perforantes, correspondant chacune à un appareil différent. Les perforations du papier permettent d'établir les courbes.

Le remontage du mouvement d'horlogerie et le remplacement des feuilles d'enregistrement ne doivent se faire qu'une fois par an. L'enregistrement nécessite, pour toute une année, une bande de 20 mètres de longueur à peu près. Le poids du mouvement d'horlogerie ne descend que de 2,50 mètres par an. Le mouvement d'horlogerie a été construit par M. G.-W. Linderoth, horloger suédois.

Le pluviomètre est d'un modèle nouveau, imaginé par M. Hamberg. L'appareil consiste en une balance à ressort, qui pèse l'eau recueillie dans un réservoir et enregistre les pesées.

Une station complète comporte deux abris en fer et bois, l'un renfermant le mouvement d'horlogerie, les enregistreurs et le papier, l'autre le pluviomètre enregistreur; ce dernier renseigne également sur la quantité de neige tombée.

Des précautions ont été prises pour maintenir constante la sécheresse de l'air qui environne les appareils dans les abris. Sans ces précautions, en effet, l'humidité se condenserait à l'état aqueux ou à l'état de givre sur les appareils, arrêterait le mouvement d'horlogerie, déformerait la bande d'enregistrement, etc. Ces précautions sont, d'ailleurs, peu compliquées; elles consistent simplement à entourer le mouvement d'horlogerie de cylindres de papier et à enfermer les enregis-

⁴ *Engineering*, 12 mars, p. 605.

treurs dans des caisses en tôle garnies intérieurement de godets remplis de chlorure de chaux.

Aussi, n'est-ce pas là que l'on a rencontré la plus grande difficulté : c'est dans les dépôts de givre à l'extérieur des abris. Ces dépôts sont tels que le poste du Portitjokko fut, une fois, enseveli sous une couche de givre de plus d'un mètre d'épaisseur. Les appareils étaient naturellement arrêtés. Il fallut même placer la station à un niveau moins élevé. Encore, les dépôts de givre sont-ils si importants en automne que M. Hamberg a dû charger un Lapon d'en débarrasser de temps en temps les abris. L'automne passé, le poste marche alors sans surveillance jusqu'à l'automne suivant. L'effet est surtout sensible sur les appareils destinés à indiquer la direction et la vitesse du vent. Il est presque impossible d'éviter complètement les interruptions dans ces appareils. Le fonctionnement est toutefois satisfaisant.

D'ailleurs, ce résultat n'a pas été atteint d'emblée; le premier appareil installé dut même être ramené après quelques mois à Stockholm pour recevoir des remaniements. Mais, à présent, les résultats sont des plus encourageants. Les courbes déjà obtenues fournissent des renseignements si intéressants qu'il est probable que des observatoires du même genre ne tarderont pas à être installés dans d'autres pays.

§ 3. — Physique

Stéreo-scope dièdre à grand champ, à miroir bissecteur. — M. Pigeon, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon, a présenté, le 24 juillet, à l'Académie des Sciences, un appareil qui donne au problème de la stéréoscopie une solution simple et nouvelle. Il diffère essentiellement des stéréoscopes usuels employés jusqu'ici. Dans ces derniers, en effet, la vue droite et la vue gauche, placées côte à côte, et toutes deux dans leur sens naturel, sont situées de telle manière que, pour les superposer le mieux possible, il faudrait faire glisser chacune d'elles vers sa voisine. Au contraire, les couples stéréoscopiques établis par M. Pigeon se composent de deux vues : l'une, la vue droite, de sens habituel (sens recto), et l'autre, la vue gauche, retournée (sens verso); les deux vues de ce couple se superposeraient donc le mieux possible l'une à l'autre si l'une d'elles était amenée sur l'autre par rabattement autour d'un pli formé entre elles deux. Pour observer de pareils couples, on dispose les deux vues sur deux panneaux rigides qui forment entre eux un angle voisin de 140 degrés.

Dans le plan bissecteur de ce dièdre, un miroir de petites dimensions, et qui forme à lui seul toute la partie optique de l'appareil, se trouve établi; ce miroir est fixé sur un cadre, qui sera dit cadre bissecteur.

Pour regarder dans l'appareil ouvert, l'observateur, approchant l'œil gauche tout contre le miroir bissecteur, voit librement avec l'œil droit la vue droite; en même temps, la vue gauche, rétablie dans son sens naturel par la réflexion dans le miroir, apparaît à son œil gauche, comme si elle existait sur le même panneau que l'autre vue.

La condition essentielle de la vision stéréoscopique se trouve ainsi réalisée. Lorsque l'appareil est fermé, il a l'aspect d'un simple album.

Cette méthode, outre la rigueur géométrique des résultats qu'elle donne, présente tout d'abord l'avantage de comporter un champ d'une très vaste étendue, puisqu'on peut examiner les épreuves à l'œil nu, sans faire usage de loupes, ni d'oculaires; elle se prête, en outre, à l'emploi de vues groupées en fascicules ou en albums. Tous les formats peuvent convenir, surtout les formats moyens, tels que l'in-8° ou l'in-4°.

Grâce à cette méthode nouvelle, la stéréoscopie, affranchie des conditions de champ, de format et de prix qui en restreignaient l'emploi, va pouvoir être employée facilement dans les publications illustrées.

On voit quel utile secours la méthode vient apporter aux sciences et aux arts en général.

Le public est habitué depuis longtemps à voir des photogravures, accompagnant le texte, lui mettre sous les yeux les objets dont on lui parle; le photographe et l'imprimeur, avec le nouvel appareil, les lui feront, en quelque sorte, toucher du doigt.

Une méthode pour rendre visibles les vibrations électriques stationnaires.

— M. E. Grimsehl décrit, dans un récent numéro de la *Physikalische Zeitschrift* (n° 12), la modification suivante de la méthode d'Aron pour mettre en évidence les vibrations électriques stationnaires. Alors que, dans les tubes d'Aron, les fils le long desquels les ondes électriques se propagent sont tendus en ligne droite au dedans d'un tube raréfié de grand diamètre, l'auteur applique à la surface externe du tube deux bandes étroites de feuille d'étain en positions diamétralement opposées. Ces bandes étant reliées par un de leurs bouts à l'excitateur d'ondes électriques, le tube présente une luminescence vive aux endroits à différence de potentiel élevée, tandis que l'intérieur du tube reste obscur aux nœuds de potentiel. Le pont nécessaire pour l'ajustement des ondes consiste en un petit fil de cuivre recourbé en ressort et posé sur les bandes de feuilles d'étain de façon à relier deux points placés en regard. Ce pont est appliqué facilement à des endroits quelconques des bandes d'étain. La longueur de ces dernières est facilement réglée en vue d'obtenir des ondes parfaitement syntonisées. Il est également possible de disposer en série plusieurs tubes analogues et de relier les armatures de feuille d'étain correspondantes au moyen d'étroites bandes d'étain ou de fils minces; on réalise de cette manière des systèmes d'ondes d'une longueur quelconque. On confine dans un espace réduit un système à fil long en se servant d'un tube en serpentins de plusieurs mètres de longueur.

§ 4. — Électricité industrielle

Service radiotélégraphique entre l'Océan Pacifique et l'Atlantique.

— Le Gouvernement du Pérou vient de décider d'établir des stations de télégraphie sans fil dans les forêts vierges du pays. Il s'agit de relier par un service télégraphique Lima, la capitale, à Iquitos, le port fluvial le plus important sur les bords de l'Amazone. Ce projet est d'autant plus intéressant qu'il n'y avait aucune possibilité d'établir d'autres moyens de communication, par suite de l'accès difficile des forêts vierges et de la peur superstitieuse que les Indiens, vivant dans les conditions les plus primitives, manifestent vis-à-vis des fils électriques, qui leur paraissent quelque chose de monstrueux, d'incompréhensible. Il était, par conséquent, impossible de poser des fils aériens; d'autre part, les courants rapides des fleuves s'opposaient à la pose de câbles dans leurs lits. Aussi le Gouvernement chargea-t-il l'année dernière un ingénieur de la Compagnie de Télégraphie sans Fil, à Berlin, de partir pour l'intérieur, accompagné de quarante ouvriers et de nombreux Indiens pour transporter les vivres et les outils les plus indispensables. Cette expédition, destinée à rechercher l'emplacement le plus approprié de cinq stations radio-télégraphiques, eut à vaincre des difficultés énormes, étant hors de toute communication avec le monde civilisé dans ces déserts où aucun Européen n'avait encore pénétré.

L'expédition, menée avec une rare énergie, a eu un succès parfait. La Compagnie de Télégraphie vient d'obtenir le monopole de l'exploitation de la radio-télégraphie au Pérou. Deux ingénieurs et un monteur sont partis pour l'intérieur du pays, afin d'y procéder à l'établissement des stations. Puerto-Bermudez, au delà des Cordillères, point terminus des télégraphes actuels, sera choisi comme point de départ du nouveau service. La distance entre cet endroit et Iquitos est de 1.000 kilomètres; elle sera franchie à l'aide de trois stations intermédiaires de télégraphie sans fil. On a même l'intention d'étendre ce service d'Iquitos jusqu'à

Manaos, sur les bords de l'Amazone, et, de là, à Para, sur l'Océan Atlantique, de façon à assurer une communication sans fil entre le Pacifique et l'Atlantique.

§ 5. — Agronomie

Le problème viticole français. — Sur les 160 à 170 millions d'hectolitres qui représentent la production du vin dans le monde entier, la France a produit, en 1904, 66 millions, soit environ le 40%. Nos vignobles s'étendent sur une superficie de 1.700.000 hectares, qui forme le 1/16 des terres cultivables du pays, et la valeur du rendement s'élève à près de un milliard et demi de francs, sur un revenu agricole total de 10 milliards. Enfin, l'exportation des vins dépasse 260 millions de francs. Ces chiffres, que nous empruntons à M. Maurice Lair, disent assez l'importance qu'a chez nous la culture de la vigne.

Cette importance date de longtemps, puisque Vauban estimait déjà la récolte annuelle de la France à 30 millions d'hectolitres, et Arthur Young, un siècle plus tard, à 40 millions. Dès 1829, la superficie plantée dépassait celle d'aujourd'hui; mais la terrible crise du phylloxéra, qui détruisit plus d'un million d'hectares entre 1880 et 1893, vint la réduire de 2.446.000 hectares, en 1874, au chiffre actuel, à peu près stationnaire depuis quinze ans.

La culture de la vigne s'étend en France sur 56 départements. Qualité et quantité varient dans une très large mesure. C'est la région du Midi (28 millions d'hl. en 1904) et la région de Bordeaux (4 millions et demi d'hl.) qui fournissent le plus. L'Algérie produit déjà près de 6 millions d'hl.

Cette grosse production a de la peine à s'écouler; le prix des vins du Midi, par exemple, est tombé jusqu'à 9, 6 et 5 francs l'hectolitre, alors que l'on estime de 12 à 15 francs le prix minimum nécessaire au producteur pour couvrir ses dépenses. Et, cependant, la consommation s'accroît, favorisée par la loi de 1901 sur les boissons hygiéniques et les taxes d'octroi, mais limitée, d'un autre côté, par le chiffre stationnaire de la population française.

Si l'on recherche les causes de la crise, caractérisée à la fois par une production exagérée et par des prix insuffisamment rémunérateurs, il faut s'adresser de divers côtés. C'est d'abord, en dépit de l'action du législateur, la fraude du vin, fabrication de toutes pièces ou mouillage, qui, née au moment de la crise phylloxérique, n'a point encore disparu aujourd'hui. C'est le sucrage, malencontreusement favorisé par la loi du 28 juillet 1903, relative au régime des sucres. Le parasitisme d'intermédiaires trop nombreux, les frais généraux énormes du commerce moderne, notamment en publicité et en représentation, ont aussi leur part de responsabilité, d'autant plus qu'avec l'extrême division de la propriété viticole, l'établissement du prix est faussé en ce sens que ce dernier est fixé par le négociant, acheteur de raisins frais, et non plus par le petit producteur. Enfin, il faut bien reconnaître que, dans le Midi principalement, on s'est trop préoccupé de la quantité au détriment de la qualité, en plantant la vigne jusque dans les plaines sablonneuses, dont les produits ne se conservent pas.

L'exportation pourrait constituer un premier remède à la crise. Nous avons vendu à l'Étranger en 1900 pour 290 millions de francs de vins; il faudrait donc développer ce courant en perfectionnant l'outillage et en réduisant les tarifs des Compagnies de chemins de fer, en prenant des précautions contre la contrefaçon de nos produits de choix, en particulier au moyen d'un contrôle et d'un certificat d'authenticité, organisés par des associations de propriétaires viticulteurs. Cependant, si l'on jette un coup d'œil sur le marché mondial du vin, on constate que nos vins ordinaires se

heurtenant à la concurrence des produits similaires d'Italie et d'Espagne, ou à celle des produits locaux, et que l'usage de nos vins fins ne semble pas devoir se répandre beaucoup, par suite de leurs prix élevés. Et il faut bien revenir au marché intérieur, que l'on pourrait améliorer par différentes mesures, dont les bienfaits s'étendraient également au commerce extérieur. Groupement des producteurs et vente directe, répression nationale et internationale de la fraude, avec l'appui de l'État et aussi des intéressés eux-mêmes, rétablissement de l'exercice chez les débitants, suppression plus complète des barrières d'octroi, enfin, abandon de la recherche excessive des grands rendements au détriment de la qualité nécessaire. Ici, d'ailleurs, l'âge est un correctif naturel : M. Maurice Lair estime que, dans une ou deux décades, un juste équilibre se rétablira sur notre marché viticole.

P. Clerget,

Professeur à l'École de Commerce du Loche.

§ 6. — Sciences médicales

Le Purpura. — On donne ce nom à une éruption ecchymotique, accompagnée en général d'une éruption de petites taches rouge-pourpre, hémorragies sous-cutanées de siège et d'étendue variables. M. H. Grenet a consacré une thèse fort documentée à l'étude de la pathogénie du purpura. Selon lui, les altérations du foie jouent un rôle important dans la production des phénomènes purpuriques. Mais la localisation cutanée des hémorragies est surtout sous la dépendance de troubles nerveux. En effet, l'éruption est presque toujours symétrique, à disposition tantôt métamérique, tantôt radulaire; on note des troubles de la sensibilité. Il existe fréquemment des crises gastro-intestinales, qui sont, soit sous la dépendance d'une altération primitive du sympathique, soit le résultat d'une réaction sympathique consécutive à une altération médullaire. D'ailleurs, on sait la fréquence du purpura au cours des maladies nerveuses, dans les méningites, dans le zona. Parfois, il existe des troubles de la réflectivité.

Grâce à la ponction lombaire, l'auteur a pu mettre en évidence l'existence d'une réaction méningée. La lymphocytose paraît en relation directe avec l'éruption.

Si le trouble nerveux est nécessaire pour expliquer la répartition du purpura, il faut encore invoquer l'intervention d'un agent toxique. Des expériences faites par H. Grenet sur les animaux viennent confirmer cette manière de voir. Le purpura apparaît donc comme le résultat d'une intoxication nerveuse, souvent médullaire, quelquefois périphérique, et se développe de préférence sur un terrain préparé par une altération hépatique.

Les Aphasies musicales ou amusies. — Le Dr José Ingéniéros (de Buenos-Ayres) a proposé une classification des aphasies musicales, dont un assez grand nombre d'exemples ont déjà été analysés par les neurologistes. Il propose de désigner tous les troubles du langage musical sous le nom de *dysmusies* et de les diviser de la façon suivante : les *amusies*, comprenant elles-mêmes des variétés comparables à celles qu'on a décrites dans l'aphasie : surdité musicale, alexie musicale, aphémie musicale, aphémie instrumentale, agraphie musicale; les *hypermusies*, comprenant les exagérations et les impulsions de la faculté musicale, et les *paramusies* les troubles divers dans cette même faculté : phonophobie, paraphasie musicale, audition colorée, etc.

Le même auteur a étudié les troubles du langage musical chez les hystériques et a retrouvé, selon les cas, les différentes variétés de dysmusies précédemment signalées, tantôt isolément, tantôt associées.

La Tuberculose au Tonkin. — M. le médecin-major Gaide, des troupes coloniales, vient de publier

⁴ Revue économique internationale, 15-20 avril 1903; art. de M. Maurice Lair.

quelques documents sur la tuberculose au Tonkin⁴. Cette maladie est rare chez les Européens : elle n'entre que pour une proportion de 0,8 % dans les chiffres de la mortalité générale. Elle attaque surtout les jeunes soldats de l'infanterie coloniale, qui sont généralement engagés trop jeunes et qui, presque aussitôt, sont embarqués pour le Tonkin. En effet, d'après l'auteur, ils ne sont pas capables avant vingt-cinq ans de résister aux fatigues du climat ou d'une marche un peu pénible. Ceux d'entre eux qui portent le germe de la maladie, ou qui, par hérédité, sont naturellement prédisposés à l'infection bacillaire, sont terrassés et enlevés en peu de temps. En outre, le recrutement spécial de l'armée coloniale et des hommes de la légion étrangère, leurs habitudes de libertinage et d'alcoolisme font qu'il se trouve fréquemment parmi eux des sujets usés avant l'âge, qui offrent un terrain particulièrement favorable à l'évolution de la tuberculose. Il faudrait donc que l'attention des Pouvoirs publics fût attirée sur ce point, car un double enseignement semble découler de cette étude : c'est que, d'abord, il ne faudrait envoyer aux colonies que des hommes faits et non suspects de bacillose ; c'est, ensuite, qu'il faudrait prendre telles mesures qu'il serait nécessaire pour restreindre le libertinage et surtout l'alcoolisme, plus funeste encore, s'il est possible, dans les pays coloniaux.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Les travaux scientifiques de la Mission de délimitation du Niger au Tchad (Mission Moll).

— Une Commission franco-anglaise de délimitation vient de déterminer sur le terrain la frontière du Niger au Tchad, telle qu'elle avait été établie par la Convention du 14 juin 1898 ; on sait que la Mission française, partie à la fin de 1902, avait à sa tête le capitaine — aujourd'hui commandant — Henry Moll, dont les principaux collaborateurs ont été les capitaines Tilho, Carpinetty et Jacques. La Mission s'est livrée à de très importants travaux pour la détermination de cette frontière, dont le développement n'est pas moindre de 1.600 kilomètres, et pour la reconnaissance des pays avoisinants. Elle a apporté ainsi à la Géographie une notable contribution, en même temps qu'elle a recueilli des observations et des documents du plus haut intérêt sur la géologie et la minéralogie des pays traversés, sur la météorologie, sur les populations, sur la linguistique⁵.

Les levés de terrain furent effectués par l'emploi des méthodes astronomiques, de la géodésie terrestre et de la topographie ; ces travaux étaient le but essentiel de la Mission.

Comme point de départ des opérations, on prit la position de Cotonou, déterminée en 1895 par Serrès et Malo-Lefèvre, et qui est considérée comme exacte : lat. 6°21'12" N. ; long. 0°6'43" E. Paris.

Utilisant le télégraphe de Cotonou au Niger, la Mission transporta sa base de longitudes de Cotonou à Parakou, puis de Parakou à Carimama, sur le Niger, au moyen d'échanges de signaux télégraphiques. Carimama devint une excellente base, qui permit d'arriver à déterminer la position rigoureuse du point du Niger d'où part la frontière vers l'Est. Ce point est, d'après le texte de la Convention de 1898, la ligne médiane du Dallol Maouri ; il se trouve un peu en amont d'Ilo, au petit village de Dolé.

La partie la plus délicate des opérations astronomiques et géodésiques consistait à déterminer le tracé sur le terrain de l'arc de cercle de 100 milles de rayon prévu par la Convention de 1898 et décrit autour de la ville de Sokoto comme centre. La frontière suit, en effet, cet arc depuis sa rencontre occidentale avec la vallée médiane du Dallol Maouri, laquelle fut relevée facilement sur une longueur d'environ 100 kilomètres. Cette ren-

contre a lieu dans la région de Dioundiou ; c'est en ce dernier point que la Mission anglaise, commandée par le lieutenant-colonel Elliot, vint se joindre à la Mission française, au début de mars 1903.

Immédiatement, une série d'occultations, observées à la fois par le colonel Elliot et le commandant Moll, permirent de déterminer les positions de Dioundiou et des localités avoisinantes dans un rayon d'environ 50 kilomètres. Les opérations précédemment menées par la Mission française à l'aide du télégraphe, et qui avaient abouti jusque dans la région immédiatement voisine, permirent de contrôler l'exactitude des résultats obtenus. La Mission avait ainsi une deuxième base excellente, sur laquelle elle s'appuya pour procéder incontinent au relevé du tracé de l'arc¹.

Pour le relevé de la frontière jusqu'au lac Tchad, on procéda de la manière suivante : On eut recours à la méthode astronomique des occultations pour déterminer des points éloignés les uns des autres de 100 à 200 kilomètres, en choisissant les localités les plus importantes ; autant que possible, on établissait ces positions par la moyenne de trois occultations au moins. A défaut, on opérait soit par la méthode des circuits chromométriques fermés, soit parfois par de simples interpolations entre deux points de longitudes précédemment déterminées.

Le canevas lui-même fut obtenu, soit par triangulation, soit par la méthode des latitudes et des azimuts, soit par des polygones astronomiques relevés à l'aide des chronomètres et se recoupant plusieurs fois les uns les autres ; à l'intérieur du canevas ainsi obtenu, les itinéraires topographiques furent multipliés.

La Mission française ne se contenta pas de relever, à l'aide de ces méthodes, le tracé de la frontière ; mais elle releva aussi toute une zone s'étendant le long de cette frontière, sur une largeur moyenne de 100 kilomètres et souvent plus. C'est ainsi que tout l'intérieur de l'arc, jusqu'à Argoungou et Sabon-Birni, fut reconnu géodésiquement et topographiquement.

La Mission française opérait généralement de concert avec la Mission anglaise. Les deux missions se réunissaient en certains points importants pour comparer et fixer les travaux déjà faits.

Le commandant Moll arriva à Kouka en janvier 1904, avec le capitaine Tilho, pour déterminer la position de cette ville. M. Foureau, lors de son passage, avait trouvé une longitude très différente de celle qu'on adopte généralement sur la foi des observations de Vogel. Les observations du capitaine Tilho et celles du lieutenant anglais Evans confirmèrent les résultats obtenus par M. Foureau.

La Mission se concentra en février 1904 à N'Guigmi, et, tandis que le commandant Moll et les autres membres de la Mission revenaient par la route la plus courte, le capitaine Tilho fut chargé d'étudier les rives orientales du Tchad, le Kanem et de faire la jonction géodésique entre N'Guigmi et le territoire du Chari².

Embarqué sur le *Benoit-Garnier*, que commandait l'enseigne de vaisseau Audoin, le capitaine Tilho navigua de son mieux vers l'est, pour trouver l'intersection du quatorzième parallèle et du méridien trente-cinq minutes Est Kouka. Il comptait ensuite chercher à jalonner ce méridien frontière à travers le dédale des lagunes qui forment la côte est du Tchad, mais les fièvres interrompirent ce travail. Il se rendit au Kanem et déterminait la position de Mao, la capitale de ce pays, et de Fort-Pradié (Bir-Alali). Il fit la topographie de toute la partie orientale et septentrionale du lac Tchad avec le

¹ Les deux Gouvernements s'étaient mis d'accord pour adopter comme exacte la position de Sokoto, telle qu'elle résulte des opérations astronomiques des voyageurs antérieurs, et la Mission française avait, à l'avance, dressé un tableau des coordonnées des points du cercle distants entre eux de deux degrés, tant en longitude qu'en latitude (*Bulletin du Comité de l'Afrique française*, juillet 1904, p. 231).

² *La Géographie*, 15 mars 1905, p. 226, note du capitaine Tilho.

⁴ *Ann. d'Hyg. et de Méd. col.*, Paris, I, 1905.

⁵ Une étude spéciale de la langue Haoussa est faite par le capitaine Tilho et l'interprète de 1^{re} classe Landeroin.

sergent Cosson, en passant par les nouveaux postes de Bol et de Kouloua, et il revint à N'Guigmi par terre. Le 11 mai, il reprit la direction de Zinder, et, ayant appris en chemin les nouvelles stipulations de l'accord franco-anglais du 8 avril 1904, il fit une reconnaissance rapide de la frontière nouvelle Niger-Tchad.

Le capitaine Tilho revint par le Niger, et il put observer en d'excellentes conditions à Niamey, à Garou, près de Gao, de Bamba, et de Sompri, des occupations dont les résultats démontrent que le Niger a été placé jusqu'ici sur les cartes à une vingtaine de kilomètres trop à l'est. Il termina ses observations astronomiques à Bamako. Il arriva en France à la fin de janvier 1905.

La Mission Moll a rapporté sur toutes les régions parcourues une ample moisson de documents géographiques, comme en témoignent les cartes aujourd'hui en préparation, entre autres une carte de la région du Tchad au 250.000^e, que dresse en ce moment le capitaine Tilho. Leur constitution géologique a été étudiée en détail et de nombreux échantillons de roches ont été rapportés au Muséum.

Une remarque qui a été faite est que le Dallol Fogha, que les cartes portent comme l'affluent du Dallol Maouri, est en réalité la véritable vallée; le Maouri remonte plus haut, c'est vrai, mais il a moins d'eau d'une façon permanente et pas de salines, tandis que le Fogha en a d'activement exploitées, tant au-dessous qu'au-dessus de son confluent avec le Dallol Maouri. Dans ces vallées, on trouve une eau souterraine en creusant des puits à des profondeurs variables. Le Dallol Maouri peut être regardé comme l'ancien collecteur des eaux venues de la région ouest de l'Adar. Son sol est sablonneux. Sa berge orientale est comme une falaise. Les dallols sont découpés dans une sorte de bastion de calcaire lutétien, terminé en haut par une table sensiblement horizontale; leur profondeur atteint souvent une soixantaine de mètres¹. On a trouvé, dans ce calcaire, de nombreux fossiles (Lamellibranches et Gastropodes) et des Oursins en abondance. Cette faune trahit des affinités égyptiennes et indiennes, ce qui confirme l'hypothèse d'une jonction par l'Égypte entre la mer lutétienne de l'Inde et celle du Soudan².

Depuis Iléla jusqu'à l'intersection de l'arc de Sokoto avec le quatorzième parallèle, on rencontre des terrains qui ont une composition identique : grès ferrugineux, calcaire, gypses. Il semblerait qu'au début du Trias la région était émergée; puis les mers du Lias, de l'Oolithique, du Crétacé l'auraient successivement recouverte³. C'est le système orographique le plus développé de la frontière : 600 à 650 mètres d'altitude; 150 à 200 mètres de relief au-dessus de la plaine.

De Bouza à Zinder s'étend une région de plaines. La ligne de partage des eaux entre les bassins du Niger et du Tchad est marquée par des ondulations assez mal définies, qui prolongent au sud le plateau de Zinder et se relient à des mouvements de terrain d'une orientation générale est-ouest au nord de Kano et de Machéna. Katséna et Tessaoua appartiennent au bassin du Niger, Kano et Machéna au bassin de la Komadougou (bassin du Tchad).

Le second système orographique est constitué par le pays de Zinder. De cette localité à Gouré, où un poste a été créé en octobre 1903, s'étend une région de collines granitiques très confusément enchevêtrées. C'est une province pétrographique à roches alcalines, qui s'étend, d'après M. Foureau, jusque dans l'Air, à Ifrouane et, d'après MM. Foureau et Lacoïn, jusque dans l'Hadjérel-Hamis, près de l'embouchure du Chari.

La caractéristique de toutes les roches actuellement connues dans cette province pétrographique consiste

dans l'association du quartz à des feldspaths, des pyroxènes (agryrine) et des amphiboles (riebeckite) alcalins⁴. Ces types pétrographiques ne sont connus que depuis peu d'années et n'ont été rencontrés que dans un très petit nombre de gisements. On trouve à Zinder et à Gouré des granites et des microgranites, et spécialement à Gouré des microgranites à agryrine et amphiboles sodiques⁵, qui correspondent aux paisanites des auteurs allemands.

De Gouré à Kouka, on retrouve une région de plaines. Les alignements granitiques encerrent, à l'est de la ligne de partage des eaux, une série de bas-fonds où des mares d'une certaine étendue permettent chaque année l'exploitation du sel, notamment à Gourseliek et à Adeber; elle se fait, comme celle du Fogha, par le lessivage des terres. Le dessèchement de ces cuvettes donne à la fois du sel et du natron, en couches concentriques⁶.

Il est probable qu'à une époque ancienne toute cette région formait une vaste dépression, une sorte de bassin lacustre intérieur, et qu'une communication existait entre le Niger et le Tchad par le Goulbi n'Sokoto et la rivière Yo (la Komadougou). Puis les révolutions physiques qui ont dû se produire dans ce sol d'origine volcanique en ont modifié la configuration. Les influences éoliennes, puissantes dans ces régions, ont étendu le sable sur des contrées qui ont pu être jadis fertiles et boisées, et ont obligé les eaux à modifier leur direction.

Après l'étude très complète qui a été faite du lac Tchad, on a pu constater que cette nappe d'eau, dont la navigabilité devient de plus en plus aléatoire, tend à se transformer en un immense marécage. L'eau s'évapore peu à peu du fond et la quantité qui s'évapore excède celle qu'il reçoit. Il peut arriver, cependant, qu'à un moment l'eau reste stationnaire : c'est lorsque les quantités d'eau reçue et évaporée se compensent.

La carte du lac, dont l'exécution a été confiée par le chef de la Mission au capitaine Tilho, et qui sera établie d'après les travaux des différents membres de la Mission Moll et ceux du capitaine d'Adhémar, du lieutenant Hardellet et de l'enseigne de vaisseau Audoin, ne saurait donc être considérée comme définitive. Elle montrera avec précision l'état du lac à une date déterminée, ce qui permettra, par comparaison, de vérifier les modifications ultérieurement éprouvées.

La caractéristique de la région du Tchad est qu'il n'y a pas de bois, ou presque pas. Il y a une bande forestière au nord-ouest, de N'Guigmi à Kouloua. Mais, sur la côte du Kanem, la brousse est rare et le pays est presque désert.

Dans certaines îles des archipels de l'est et du nord-est, on trouve des euphorbes, quelquefois arborescentes, qui atteignent alors de 4 à 5 mètres de hauteur.

Les ambadj (marea), qui fournissent le bois flottant dont les indigènes se servent pour passer d'une île dans une autre, se trouvent surtout dans la région sud et dans les archipels de l'est et du nord-est.

Il est à remarquer que le système des dunes qui forment les îles du Tchad se continue vers l'est jusque dans le Kanem, en présentant des dunes de plus en plus élevées; aux plus hautes correspondent les fosses intermédiaires les plus profondes. A Bir-Alali, on trouve une cuvette de 74 mètres de profondeur.

Gustave Regelsperger.

¹ DE LAPPARENT : *C. R. Acad. Sc.*, t. CXXXIX, n° 26 (26 déc. 1904) et : Sur de nouvelles trouvailles géologiques au Soudan (*La Géographie*, 15 janvier 1905).

² DE LAPPARENT : *La Géographie*, 15 janvier 1904, p. 1; R. BULLEN NEWTON : *The Geographical Journal*, nov. 1904.

³ *La Géographie*, 15 juillet 1904, note du commandant Moll.

⁴ LOUIS GENTIL : Sur l'existence des roches alcalines dans le centre africain (*C. R. de l'Acad. des Sc.*, 8 août 1904); F. FOUREAU et L. GENTIL : Sur les roches cristallines rapportées par la Mission saharienne (*Acad. des Sc.*, 2 janvier 1905); Id. : Les régions volcaniques traversées par la Mission saharienne (*Ac. des Sc.*, 1^{er} mai 1905). — A. LACROIX : Résultats minéralogiques et géologiques de récentes explorations dans l'Afrique occidentale française et dans la région du Tchad (*Revue col.*, mars 1905, p. 129).

⁵ A. LACROIX : Sur les microgranites alcalins du territoire de Zinder (*Acad. des Sc.*, 2 janvier 1905).

⁶ A. LACROIX : *Loc. cit.* *Revue col.*, avril 1905, p. 213.

UNE NOUVELLE CLASSE DE GYMNOSPERMES : LES PTÉRIDOSPERMÉES

On voit de temps à autre, dans les sciences d'observation, des faits nouveaux se révéler presque soudainement, alors que quelques indices encore ambigus avaient à peine donné le temps de les pressentir, et venir apporter aux connaissances qui semblaient le mieux assises de surprenantes modifications. La Paléobotanique vient de subir une révolution de ce genre : les « Fougères » houillères, ou du moins une bonne partie d'entre elles, viennent d'être reconnues comme ayant porté des graines, et comme appartenant à l'embranchement des Gymnospermes, dans lequel il a fallu créer pour elles une subdivision nouvelle, celle des Ptéridospermées.

I

Les restes de frondes de Fougères, ou, pour parler plus correctement, de frondes filicoïdes, tiennent, on le sait, une place des plus importantes dans la flore du terrain houiller et, en termes plus généraux, dans la flore de la période paléozoïque, telle du moins que nous la connaissons, puisque les empreintes de plantes terrestres les plus anciennes ne remontent pas au delà du Dévonien. Les premiers auteurs qui se sont occupés de plantes fossiles, tels que Lhwyd en 1699 et Scheuchzer en 1709, avaient été frappés de la ressemblance de ces frondes avec celles de diverses espèces actuelles de Fougères, et, lorsque Schlotheim, en 1820, fit le premier essai, bien rudimentaire, de classification des fossiles végétaux, il n'hésita pas à les réunir sous le nom générique de *Filicites*, leur attribution aux Fougères ne donnant prise à aucun doute. En 1822, Adolphe Brongniart subdivisait ce genre, d'après le mode de découpeure des frondes et les caractères fournis par la nervation, en un certain nombre de sous-genres, qui sont devenus plus tard, par suite de l'admission de coupes génériques de plus en plus nombreuses, les types des grandes sections entre lesquelles venaient se répartir les différentes formes de « Fougères » fossiles : les *Sphénoptéridées*, à frondes finement découpées, à pinnules rétrécies en coin à leur base (fig. 4, I), conformément à ce que nous offrent, par exemple, dans la nature vivante, nombre de *Davallia*, de *Cheilanthes*, de *Gymnogramme*; les *Pécoptéridées*, à pinnules attachées par toute leur largeur, à bords parallèles, égales entre elles, munies d'une nervure médiane nette, reproduisant le type de nos *Las-*

tree ainsi que de plusieurs des Cyathacées arborescentes de la flore actuelle; les *Aléthoptéridées*, voisines des Pécoptéridées, mais à pinnules plus grandes, à bords souvent enroulés en dessous, décurrentes vers le bas et soudées les unes aux autres à leur base, à pennes de dernier ordre remplacées, au voisinage des bords de la fronde, par de grandes pinnules simples, offrant ainsi une certaine ressemblance avec les *Pteridium* actuels; les *Odontoptéridées*, à pinnules attachées par toute leur base, mais dépourvues de nervure médiane, à nervures naissant directement du rachis et plusieurs fois dichotomes, sans analogues immédiats dans le monde vivant; les *Névroptéridées*, à grandes pinnules attachées par un seul point, souvent en cœur à la base, à nervures nombreuses, plusieurs fois bifurquées, partant soit du point d'attache, soit de la nervure médiane, le type principal du groupe, les *Nevropteris* (fig. 5, I), rappelant quelque peu notre Osmonde royale, mais avec des frondes beaucoup plus grandes et plus divisées; enfin les *Ténioptéridées*, à frondes ou à pennes rubanées, comparables, par exemple, à la Scolopendre commune, aux *Lomaria* ou aux *Angiopteris*, mais dont on avait pu se demander si une partie d'entre elles ne seraient pas plutôt des Cycadinées, du type des *Stangeria*, ceux-ci ayant été pris eux-mêmes au début pour des Fougères du genre *Lomaria*; toutefois, plusieurs de ces frondes de Ténioptéridées ayant été trouvées dans les couches secondaires avec des fructifications de Marattiacées, on ne s'était pas arrêté davantage à discuter l'attribution de ce groupe, qui n'a joué, d'ailleurs, dans la flore paléozoïque, qu'un rôle tout à fait effacé.

Cette classification est, on le voit, purement artificielle, sans rapport avec celle qu'on applique aux Fougères vivantes, fondée sur la constitution et la disposition des sporanges; mais, si Brongniart avait été conduit à proposer de tels cadres, c'est qu'à l'époque où il en a tracé la première esquisse on n'avait, pour ainsi dire, observé encore que des débris de frondes stériles, et, quelque multipliées qu'aient été depuis lors les recherches et les récoltes, les restes de frondes fertiles n'ont été, en général, rencontrés qu'avec une extrême rareté et ne représentent, par rapport aux spécimens stériles, qu'une infime minorité. Quelques formes spécifiques de *Pecopteris*, notamment dans le Stéphanien, se sont, il est vrai, montrées assez fréquemment fructifiées, avec des sporanges coriaces soudés

en synangium qui ont permis de les reconnaître pour des Marattiacées; mais, à côté de ces espèces à fructification relativement abondante, d'autres, aussi communes à l'état stérile, n'ont été trouvées fertiles que tout à fait exceptionnellement, quelquefois même représentées seulement par un ou deux échantillons, sans que les recherches ultérieures faites sur les mêmes gisements aient permis d'en retrouver de semblables. Plus d'une fois, on a reconnu, soit dans les magmas silicifiés du Stéphanien ou du Permien du centre de la France, soit dans les nodules carbonatés du Westphalien d'Angleterre, des types de sporanges de Fougères qu'on n'a jamais observés en empreintes et qui doivent cependant appartenir à telle ou telle des formes dont nous ne connaissons que les frondes stériles. D'autres fois encore, on a trouvé des débris de pennes fertiles entièrement dépourvues de limbe, dont il est impossible de préjuger à quelles formes stériles elles correspondaient.

Il a donc fallu, et il faut, de toute nécessité, conserver pour les Fougères fossiles la classification fondée sur les seules frondes stériles, sauf à enregistrer, quand on le peut, pour une espèce donnée, le type générique auquel elle appartient par ses fructifications. Peu à peu, nos connaissances à cet égard se sont enrichies de données nouvelles, mais encore bien clairsemées et bien insuffisantes : on a reconnu ainsi, notamment parmi les Sphénoptéridées et les Pécoptéridées de la flore paléozoïque, de nombreux types de fructification appartenant ou tout au moins affines aux Marattiacées, qui étaient alors beaucoup plus largement représentées et plus variées qu'aujourd'hui, tandis que d'autres paraissent appartenir aux Leptosporangiées, avec des formes voisines pour le moins des Hyménophyllées, des Gleichéniées, des Schizacées, des Osmondées, d'autres encore semblant établir un lien entre des familles maintenant bien distinctes, et quelques autres types, par exemple à sporanges munis d'un anneau à plusieurs rangs de cellules, tout à fait différents de ce que nous connaissons actuellement, sans cependant qu'il y ait lieu de douter de leur attribution aux Fougères.

Bien que l'ignorance où l'on était sur le mode de fructification de certains types de frondes fût imputable à l'insuffisance des documents dont on disposait, Stur avait, en 1883¹, émis, pour certains d'entre eux, à savoir pour les *Alethopteris*, les *Odontopteris*, les *Nevropteris*, l'idée hardie que l'absence de spécimens fertiles correspondant à ces types génériques devait être interprétée comme signifiant que ce n'étaient pas des Fougères.

C'était là une intuition d'autant plus remarquable qu'aucune observation positive n'avait encore été enregistrée qui légitimât un soupçon de cette nature, et à laquelle doivent aujourd'hui rendre hommage ceux qui se sont alors, comme l'auteur du présent article, montrés réfractaires à cette idée. Il faut avouer, d'ailleurs, qu'elle ne trouva pas grand crédit : les observations de Stur lui-même établissaient que, chez certaines Névroptéridées, du genre *Rhacopteris*, les portions fertiles de la fronde sont dépourvues de limbe; il en était de même chez les *Archæopteris*, et l'on était autorisé à penser que, chez d'autres, ce dimorphisme avait pu, comme chez plusieurs de nos Fougères actuelles, s'étendre à la fronde tout entière, de manière à rendre à jamais impossible le raccordement des frondes fertiles et des frondes stériles; on ne pouvait donc attribuer grande valeur à cette absence apparente de spécimens fertiles, qu'au surplus certains indices, si imparfaits et insuffisants qu'ils fussent, tels que pennes ou pinnules paraissant munies de fructifications, mais mal conservées, permettaient de ne pas regarder comme définitive.

De fait, l'espoir que gardaient la plupart des paléobotanistes, de voir un jour de nouvelles découvertes faire la lumière sur les types en question, ne tardait pas à se réaliser : en 1887, M. Rob. Kidston faisait connaître² un échantillon de *Nevropteris heterophylla* du terrain houiller d'Angleterre montrant un fragment de penna à rachis divisé en branches dichotomes, dont quelques-unes portaient encore à leur base des pinnules stériles déterminables, et à l'extrémité desquelles étaient fixés de petits corps quadrilobés (fig. 5, II) qui paraissaient devoir être interprétés soit comme des groupes de sporanges soudés par quatre en synangium, soit peut-être comme des involucre quadrivalves ayant enveloppé des sores. Il ne semblait pas douteux qu'on eût affaire à un appareil fructificateur de Fougère, constitué comme celui des Sphénoptéridées du genre *Calymmatotheca* Stur, sauf que, chez ce dernier (fig. 4, II), le corps terminal, synangium ou involucre, est composé de six à huit sporanges, ou de six à huit valves. Il semblait, d'ailleurs, assez naturel de penser qu'il devait s'agir là de sporanges plus ou moins étroitement soudés, comme on en observe chez les Marattiacées, et l'on pouvait invoquer à l'appui de cette interprétation les observations de Renault et de Williamson, qui avaient reconnu chez les *Myeloxylon*, c'est-à-dire chez les pétioles correspondant aux frondes de *Nevropteris*, d'*Odontopteris* et d'*Alethopteris*, une constitution anatomique très analogue à celle

¹ D. STUR : Zur Morphologie und Systematik der Culm- und Carbonfarne (*Sitzungsber. k. Akad. Wiss. Wien*, t. LXXXVIII, Abth. 1, p. 638).

² R. KIDSTON : On the fructification of some ferns from the carboniferous formation (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, t. XXXIII, pt. 1, p. 137-156).

des pétioles des Marattiacées. Dans tous les cas, l'argument négatif de Stur s'évanouissait, et, si l'on restait incertain quant à la place à donner parmi les Fougères à ces divers types génériques, du moins semblait-il qu'il n'y avait plus lieu de révoquer en doute leur attribution à cette classe, et l'on pouvait espérer de quelque heureuse découverte d'échantillons fertiles mieux conservés les informations nécessaires pour établir avec plus de précision leurs affinités.

II

De nouveaux éléments, cependant, n'allaient pas tarder à intervenir dans la question, sous la forme d'observations portant, non plus sur les appareils fructificateurs, mais sur la structure anatomique des tiges dont dépendaient certaines de ces frondes, les études faites, d'une part par MM. Williamson et Scott¹, d'autre part par MM. Weber et Sterzel², et publiées presque simultanément en 1896, ayant mis en lumière des détails de constitution de nature à faire songer plutôt à des Cycadinées qu'à des Fougères.

Les tiges du *Lyginopteris oldhamia*, des gisements houillers du Lancashire et du Yorkshire, que Williamson avait trouvées en rapport direct avec des pétioles portant des pennes feuillées très finement découpées, identifiables à celles d'un *Sphenopteris* du type *Calymmatotheca*, le *Sphenopteris Hœninghausi* (fig. 4, I), s'étaient montrées constituées par un certain nombre de faisceaux libéro-

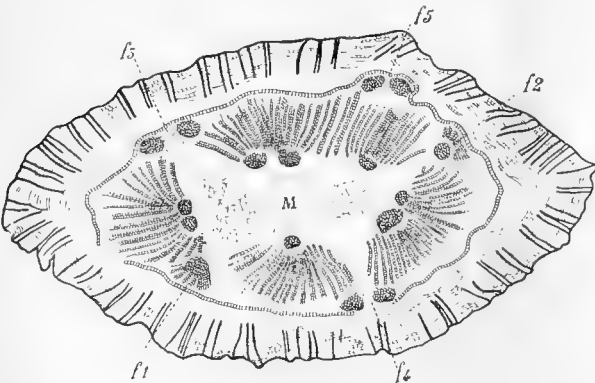


Fig. 4. — *Lyginopteris oldhamia* Williamson (sp.). — Coupe transversale d'une tige, grossie trois fois. M, moelle centrale; f₁ à f₅, faisceaux foliaires (d'après Williamson et Scott). (Cliché extrait des *Eléments de Paléobotanique*.)

ligneux collatéraux disposés autour d'une moelle centrale (fig. 1)³; ces faisceaux étaient formés eux-

mêmes d'une masse de bois primaire flanquée extérieurement d'une zone plus ou moins épaisse de bois secondaire rayonnant, à larges rayons médullaires, séparé par une assise cambiale du liber placé plus en dehors. Ces faisceaux de bois primaire étaient en continuité directe avec les faisceaux foliaires; mais ceux-ci, en s'écartant de l'axe de la tige, se dépouillaient rapidement de leur bois secondaire, et ne tardaient pas, après s'être bifurqués, à devenir concentriques. Sauf la présence du bois secondaire,

cette constitution ne laissait pas de rappeler celle des tiges d'Osmondes; toutefois, un examen attentif avait montré que les éléments les plus fins du bois primaire étaient situés un peu en de-

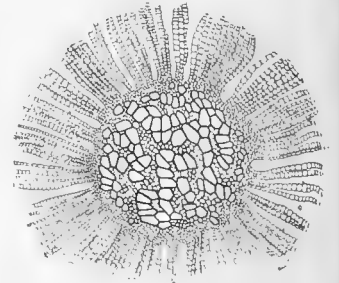


Fig. 2. — *Heterangium Duchartrei* Renault. — Coupe transversale d'une tige (région centrale et bois secondaire), grossie dix fois; d'après Renault. (Cliché extrait des *Eléments de Paléobotanique*.)

éléments à développement centrifuge et des éléments à développement centripète, comme les faisceaux foliaires des Cycadinées. La structure des ramifications extrêmes des rachis, ainsi que des pinnules qui s'y attachaient, ne différait, d'autre part, en rien de ce qu'on eût pu observer sur une Fougère véritable. Enfin, à ces tiges s'attachaient des racines adventives qui, au début, offraient exactement la constitution de racines de Fougères, ressemblant notamment à celles des tiges fossiles du genre *Psaronius*, mais dans lesquelles se développait bientôt un bois secondaire rayonnant, semblable à celui des racines de Gymnospermes.

D'autres tiges du terrain houiller, les *Heterangium* (fig. 2), avaient montré une constitution analogue, avec cette différence que la région centrale, au lieu d'être uniquement médullaire, était occupée par une masse de bois primaire entremêlé de parenchyme conjonctif, entourée, d'ailleurs, de faisceaux périphériques semblables à ceux des *Lyginopteris*, collatéraux d'abord, et devenant ensuite concentriques. Autour de cette masse centrale de bois primaire se développait de même un bois secondaire rayonnant entouré d'une zone cambiale annulaire. Mais, abstraction faite de ce développement secondaire, MM. Williamson et Scott avaient signalé la ressemblance de structure de la stèle centrale avec celle des tiges de *Gleichenia*, également formée d'éléments ligneux et parenchymateux entremêlés, avec des groupes de protoxylème situés un peu en

¹ W. C. WILLIAMSON and D. H. SCOTT: Further observations on the organisation of the fossil plants from the Coal-Measures, pt. III (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. 186 B, p. 703).

² O. WEBER und J. T. STERZEL: Beiträge zur Kenntnis der Medullosee (XIII. *Ber. naturwiss. Ges. zu Chemnitz*).

³ Les clichés des figures 1, 2, 3, 4 I et 5 II nous ont été obligamment prêtés par la Librairie Masson, à laquelle nous renouvelons ici tous nos remerciements.

deçà de la périphérie, une petite partie du bois offrant ainsi un développement centrifuge. Des pennes finement découpées de *Sphenopteris* avaient été trouvées en rapport avec les pétioles issus de ces tiges d'*Heterangium*, appartenant à des formes telles que les *Sphen. elegans* et *Sphen. dissecta*, lesquels se classent tous deux dans le genre *Diplotmema* Stur, caractérisé par des frondes ou plutôt des pennes primaires formées d'un axe nu bifurqué en deux pennes feuillées divergentes.

Les études de MM. Weber et Sterzel avaient porté sur les tiges du genre *Medullosa*, depuis longtemps connu, et généralement classé parmi les Cycadinées : ce genre, répandu surtout dans le Permien, est constitué par des tiges polystéliques, atteignant souvent un diamètre assez considérable, renfermant dans leur région centrale des stèles à section circulaire ou elliptique peu importantes, mais offrant à la périphérie des stèles beaucoup plus développées, aplaties en forme de rubans, et disposées souvent sur plusieurs cercles concentriques, avec des anastomoses plus ou moins

fréquentes entre les unes et les autres, conformément à ce qui a lieu chez les

tiges de Fougères arborescentes, en particulier chez les tiges fossiles du genre *Psaronius*. Ces stèles sont composées elles-mêmes d'un bois secondaire rayonnant formé de trachéides à ponctuations aréolées plurisériées, entourant une masse centrale parenchymateuse (fig. 3), et sur quelques échantillons on observe la même anomalie que chez les *Cycas* et les *Encephalartos*, les stèles périphériques présentant, du moins sur leur face externe, plusieurs zones ligneuses consécutives ayant chacune leur liber. Toutefois, Schenk avait reconnu en 1889 que la région centrale de ces stèles n'était pas une simple moelle, comme on l'avait cru, mais renfermait des faisceaux de bois primaire, dont un certain nombre étaient répartis à la périphérie, à l'origine des coins de bois secondaire, comme chez les *Lyginopteris*, et il avait conclu que les *Medullosa* devaient appartenir plutôt aux Cryptogames vasculaires. Aux constatations déjà faites, MM. Weber et Sterzel ajoutaient l'observation de diverses particularités de structure qui leur paraissaient accen-

tuer les affinités avec les Cycadinées, et ils établissaient d'une façon indiscutable un fait annoncé déjà, mais sans détails à l'appui, par le Comte de Solms-Laubach et par Schenk, et d'un intérêt capital, à savoir la dépendance mutuelle des *Medullosa* et des *Myeloxylon*, ceux-ci représentant les pétioles portés par ces tiges et correspondant eux-mêmes aux frondes d'*Alethopteris*, de *Nevropteris* et autres types voisins. Ils insistaient sur ce que, dans ces pétioles, les faisceaux libéroligneux présentent invariablement une disposition collatérale, et ils signalaient la présence, dans quelques-uns de ces faisceaux, d'ordinaire munis seulement d'un bois primaire centripète, d'éléments qui leur paraissaient devoir représenter un bois secondaire centrifuge peu développé.

Enfin, à ces données sur les *Medullosa*, M. Scott ajoutait, en 1899, les observations faites par lui sur une nouvelle espèce du Westphalien d'Angleterre¹, *Med. anglica*, à stèles beaucoup moins nombreuses, offrant individuellement une constitution identique à celle des *Heterangium*; mais ici les faisceaux foliaires, tout d'abord concentriques, ne tardent pas à devenir

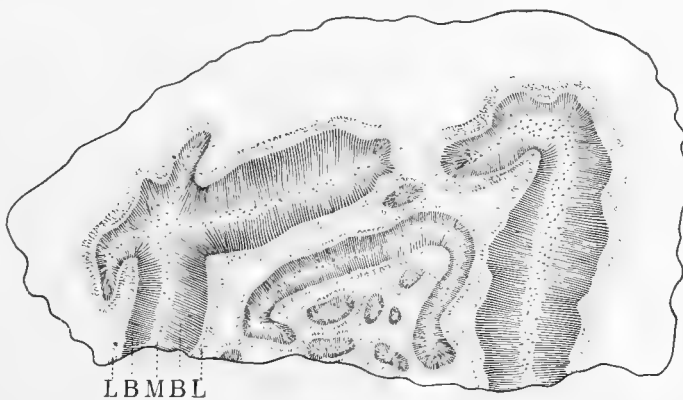


Fig. 3. — *Medullosa Leuckarti* Göppert et Stenzel. — Coupe transversale d'une tige, réduite aux deux tiers de grandeur naturelle. M, région centrale de la stèle; B, bois secondaire; L, liber (d'après Weber et Sterzel). (Cliché extrait des *Éléments de Paléobotanique*.)

collatéraux, à l'inverse de ce qui a lieu chez ce dernier genre. On observe d'assez nombreuses racines adventives, munies d'un bois primaire tripolaire, entouré d'un bois secondaire rayonnant. Les ramifications des pétioles, constitués comme les *Myeloxylon*, portent des pinnules d'*Alethopteris*, constatation conforme aux observations antérieures de Renault. Pour M. Scott, les affinités de ces tiges de *Medullosa* avec les Fougères d'une part, avec les Cycadinées de l'autre, attestaient un lien phylogénétique entre ces deux classes, et il regardait les Médullosées comme devant constituer un groupe intermédiaire entre les unes et les autres; mais il s'abstenait de rien présumer quant à leur mode de fructification, ajoutant cependant qu'il était fort possible qu'elles eussent porté des graines.

Quant aux Lyginodendrées, *Lyginopteris* et

¹ D. H. SCOTT : On the structure and affinities of fossil plants from the palæozoic rocks. III (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. 191 B, p. 81).

Heterangium, il estimait¹ que les caractères de Fougères y étaient prépondérants par rapport aux caractères cycadéens, et que, le *Sphenopteris Hœninghausi* paraissant bien avoir porté des fructifications de *Calymmatotheca*, il était présumable qu'on avait affaire là à des Filicinées, mais d'un type spécial, se rapprochant par leur structure des Cycadées.

M. Potonié, pour tenir compte de cette double affinité, avait proposé en 1897² de grouper ces divers types de tiges, Lyginodendrées, Médullosées et quelques autres plus ou moins analogues, sous le nom significatif de Cycadofilicinées (*Cycadofilices*), les plaçant entre les Fougères et les Cycadées.

nues, sans doute possible, pour des Cryptogames vasculaires.

Les choses en étaient là lorsque MM. Oliver et Scott annoncèrent, en 1903³, qu'ils venaient de reconnaître certaines graines du genre *Lagenostoma* Williamson comme ayant appartenu au *Lyginopteris oldhamia* : ils avaient trouvé ces graines munies d'une sorte de cupule pédicellée, divisée en six à huit lobes, portant, ainsi que le pédicelle, des glandes (fig. 4, III) identiques à celles qui avaient été observées sur les rachis et les pinnules de *Lyginopteris* compris dans les mêmes nodules et qui ne se présentaient sur aucune autre plante; l'identité de constitution des faisceaux



Fig. 4. — I. *Sphenopteris (Calymmatotheca) Hœninghausi* Brongniart (frondes du *Lyginopteris oldhamia*). Portion de fronde, grand. nat., d'après Andre. (Vorwelt. Pflanzen aus d. Steinkohlengeb.) (Cliché extrait des *Éléments de Paléobotanique*.) — II. *Calymmatotheca*. Portions de pennes fertiles, d'après Stur (*Culm-Flora, Abhandl. k. k. geol. Reichsanst.*). — III. *Lagenostoma Lomaxi* Williamson (grainé du *Sphenopteris [Calymmatotheca] Hœninghausi*). Reconstitution d'une cupule avec sa graine centrale, grossie environ quatre fois, d'après Oliver (*Biolog. Centralblatt*).

dinées, mais sans prétendre leur assigner un classement définitif.

De fait, on pouvait se demander si les caractères cycadéens qui avaient été relevés dans l'étude anatomique de ces tiges permettaient de rien préjuger quant à la constitution de l'appareil fructificateur, étant donné qu'ils étaient balancés, dans une certaine mesure, par toute une série de caractères filicoïdes, et qu'on ne pouvait attacher grande importance à la présence d'un bois secondaire rayonnant, un tel bois existant chez bon nombre de plantes paléozoïques, Sphénophyllées, Calamodendrées, Lépidodendrées et Sigillariées, recon-

libéroligneux, à protoxylème situé à l'intérieur du faisceau, à liber concentrique dans le pédicelle, comme dans les rachis de *Lyginopteris*, collatéral dans la cupule, comme dans les pinnules, confirmait, d'ailleurs, l'attribution. Quant aux appareils fructificateurs de *Calymmatotheca* (fig. 4, II) rapportés aux *Sphenopteris* du type du *Sphen. Hœninghausi*, c'est-à-dire aux *Lyginopteris*, il ressortait de là qu'il fallait bien voir en eux des involucre plurivalves, ainsi que l'avait pensé Stur, mais des involucre séminifères et non pas sorifères, des cupules à six à huit lobes ayant laissé échapper la graine fixée à leur centre. Ces graines, longues de

¹ D. H. SCOTT : Studies in fossil botany, p. 308, 336, 355. 1900.

² H. POTONIÉ : Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie, p. 160.

³ F. W. OLIVER and D. H. SCOTT : On *Lagenostoma Lomaxi*, the seed of *Lyginodendron* (*Proc. Roy. Soc.*, t. LXXI, 7 mai 1903, p. 477-483).

6 à 7 millimètres, présentent une organisation très élevée, se rapprochant beaucoup des graines de Cycadinées, offrant même, dans certains détails, une structure d'une remarquable complexité¹; elles sont pourvues d'une chambre pollinique annulaire, dans laquelle on observe souvent des grains de pollen; mais, de même que les autres graines houillères observées jusqu'à présent, elles ne renferment jamais d'embryon, bien qu'arrivées à leur complet développement, et la fécondation ne devait avoir lieu que plus ou moins longtemps après leur chute.

Quant aux appareils mâles correspondants, la découverte n'en date que d'hier : on s'était demandé

pteris Hæninghausi en partie stériles et en partie fertiles, établit qu'en réalité l'appareil mâle de cette espèce est construit sur un plan un peu différent des *Telangium*, appartenant à un type déjà observé chez les Sphénoptéridées, au genre *Crossothecca* Zeiller, dans lequel les capsules, au lieu d'être soudées en synangium par leur base, pendent sous forme de frange le long des bords de pennes ou pinnules spéciales à limbe réduit. M. Kidston a constaté, en même temps, ce fait intéressant que ces capsules sont biloculaires, divisées en deux par une cloison longitudinale le long de laquelle se fait la déhiscence, ainsi que cela a lieu chez un si grand nombre d'anthères. On a donc affaire là à une



Fig. 5. — *Neuropteris heterophylla* Brongniart. — I. Fragment de penne grand. nat., et penne de dernier ordre (b) légèrement grossie, d'après Ad. Brongniart. — II. Fragment de penne fertile (inflorescence mâle), grand. nat., d'après Kidston (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*). (Cliché extrait des *Éléments de Paléobotanique*) — III. Fragment de penne portant une graine terminale, grossie une fois et demie, d'après Kidston (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*).

s'il ne fallait pas attribuer aux *Lyginopteris* les synangium composés de six à huit ou dix capsules qu'on avait confondus avec les *Calymmatothecca*, et dans lesquels Miss Benson², qui proposait de les désigner désormais sous un nouveau nom générique, celui de *Telangium*, avait observé des corps reproducteurs singulièrement pareils aux grains de pollen renfermés dans la chambre pollinique des *Lagenostoma*. La découverte toute récente que vient de faire M. Kidston³ de pennes de *Spheno-*

organisation plus élevée, semble-t-il, que celle des Cycadinées, où les sacs polliniques ne s'accolent pas ainsi deux à deux.

La question était donc tranchée pour les *Lyginopteris*, en qui il fallait voir désormais de véritables Gymnospermes, malgré leur ressemblance extérieure de port et de feuillage avec les Fougères, et il était plus que probable que les Médullosées, avec leurs caractères cycadéens plus franchement accusés, avaient dû également porter des graines : la preuve en était bientôt fournie, quelques mois après la première communication de MM. Oliver et Scott, par M. Kidston⁴, qui découvrait, dans des nodules du terrain houiller d'Angleterre, trois frag-

¹ F. W. OLIVER and D. H. SCOTT : On the structure of the palaeozoic seed *Lagenostoma Lomaxi* (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, vol. 197 B, p. 193-247, 1904).

² MISS M. BENSON : *Telangium Scotti*, a new Species of *Telangium* (*Calymmatothecca*) showing structure (*Annals of Bot.*, t. XVIII, p. 161, 1904).

³ R. KIDSTON : Preliminary note on the occurrence of microsporangia in organic connection with the foliage of *Lyginodendron* (*Proc. Roy. Soc. London*, 8 juin 1905).

⁴ R. KIDSTON : On the fructification of *Neuropteris heterophylla* Brongniart (*Proc. Roy. Soc.*, t. LXXII, p. 487, 3 décembre 1903. — *Phil. Trans. Roy. Soc.*, vol. 197 B, p. 1, 1904).

ments de pennes de *Nevropteris heterophylla* à rachis encore muni latéralement de pinnules normales bien reconnaissables, mais portant, à la place de la pinnule terminale, une grosse graine à enveloppe fibreuse (fig. 5, III). La constatation était d'autant plus intéressante qu'elle ne pouvait donner lieu à discussion, les graines étant ici en connexion directe avec des rachis feuillés. En même temps, il découlait de là que l'échantillon fertile de la même espèce observé en 1887 par M. Kidston (fig. 5, II) devait être regardé comme un appareil mâle, dans lequel les corps placés au bout des ramifications du rachis représentent probablement des groupes de sacs polliniques, sans qu'on puisse toutefois rien préciser de leur constitution, l'échantillon n'étant pas assez bien conservé.

Un peu plus tard, M. Grand'Eury présentait à son tour de nombreuses observations⁴ dans le même

aux *Linopteris*, enfin, des graines hexagones à base tronquée, du genre *Hexagonocarpus*.

À la suite des Névroptéridées, il semble probable qu'il faudra également inscrire, comme s'étant reproduits par graines, tout un groupe de *Sphenopteris* du Westphalien, que j'ai désignés jadis, à raison des caractères de leur nervation, sous le nom de *Sphenopteris* névroptéroïdes, dont les frondes sont constituées exactement sur le même plan et offrent le même mode de division que celles du *Sphen. Hœninghausi*.

M. David White a, d'autre part, constaté directement la présence de graines¹ sur une espèce appartenant au genre *Aneimites* ou *Adiantites*, rattaché lui-même tantôt aux Sphénoptéridées, tantôt aux Névroptéridées, et dont le nom indique la ressemblance extérieure de ses frondes avec celles de certaines Fougères vivantes : sur des échantillons



Fig. 6. — *Aneimites fertilis* D. White. — I. Fragment de fronde. — II. Fragments de pennes fertiles, avec petites graines fixées au bout de certaines branches du rachis, grand. nat. (sauf A, grossissement au double de a), d'après David White (*Smithsonian Miscell. Collections*).

sens, tendant à établir qu'il fallait rapporter aux Aléthroptéridées, aux Odontoptéridées et aux Névroptéridées toute une série de graines à affinités cycadéennes dont on ne savait jusqu'alors à quelles plantes, connues par leur feuilles, elles avaient pu correspondre : en étudiant spécialement les points où les végétaux de l'époque houillère paraissent avoir été enfouis à la place même où ils ont vécu, il constatait, entre certains types de frondes et certains types de graines, des associations constantes, qui lui permettaient de conclure à la dépendance réciproque. Il était amené ainsi à attribuer aux *Alethropteris*, d'une part les *Pachytesta* du Stéphaniien, d'autre part les *Trigonocarpus* du Westphalien ; aux *Callipteridium* des graines ailées du type des *Tripterospermum* ; aux *Odontopteris* de très petites graines striées, munies d'ailes très minces au nombre de 12 ou de 24 ; aux *Nevropteris* des graines tantôt striées en long et tantôt polyptères ;

provenant du Carbonifère inférieur de la Virginie, il a découvert, associées aux frondes de cette espèce, nommée par lui *Aneimites fertilis*, de nombreuses petites graines aplaties, munies de deux ailes latérales peu développées, dont quelques-unes sont encore fixées à l'extrémité légèrement épaissie de branches nues du rachis en rapport direct avec des rachis feuillés (fig. 6).

Enfin, il n'est pas jusqu'aux Pécoptéridées, reconnues cependant en majeure partie comme des Marattiacées non douteuses, qui n'aient fourni leur contingent, représentées, il est vrai, par une espèce quelque peu aberrante du genre *Pecopteris*, le *Pec. Pluckeneti*, qui semblait cependant, si elle s'écartait des *Pecopteris* vrais, offrir des caractères bien nets de Fougère, avec ses frondes ramifiées par dichotomie symétrique et constituées à ce point de vue comme celles des *Gleichenia*. M. Grand'Eury²

¹ GRAND'EURY : Sur les rhizomes et les racines des Fougères fossiles et des Cycadofilices (*C. R. Ac. Sc.*, CXXXVIII, p. 607, 7 mars 1904) ; Sur les graines des Névroptéridées (*Ibid.*, CXXXIX, p. 23, p. 782, 4 juillet et 7 novembre 1904).

² DAVID WHITE : The seeds of *Aneimites* (*Smiths. Miscell. Collect.*, XLVII, p. 322, 10 décembre 1904).

³ GRAND'EURY : Sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Pluckeneti* Schlot. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXL, p. 920, 3 avril 1905).

a été assez heureux, au début de l'année 1903, pour mettre la main sur un amas de frondes et de pennes fertiles de cette espèce, entièrement chargées de graines, et ce qui fait l'intérêt particulier de cette découverte, c'est qu'ici il n'y a plus substitution d'une graine à une pinnule, comme cela avait lieu dans les cas précédents et comme c'est le cas également chez les *Cycas*, mais ces graines sont fixées sur les bords de pinnules à peine modifiées, à limbe seulement un peu réduit, et pendent librement à l'extrémité de la nervure principale de chaque lobe (fig. 7); ce sont de petites graines ovales aiguës, aplaties, bordées latéralement d'une aile très

étroite, que l'on avait observées depuis longtemps à l'état isolé.

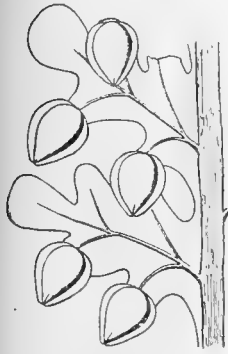


Fig. 7. — *Pecopteris Pluckeneti* Brongniart. Fragment de penne fertile, avec graines attachées vers l'extrémité des lobes des pinnules; grossi trois fois (d'après l'un des échantillons figurés par M. Grand'Eury).

III

Dans leur étude sur le *Lagenostoma Lomaxi*, MM. Oliver et Scott ont proposé de réunir dans une classe spéciale, sous le nom de *Ptéridospermées*, ces plantes à graines de l'époque paléozoïque à facies extérieur de Fougères, rappelant également les Fougères par plusieurs traits de leur organisation interne, et par d'autres se rapprochant des Cycadinées. Les Lyginodendrées et les Médullosées prendraient

immédiatement place dans

ce groupe, les autres types à affinités ambiguës, mais dont on ignore encore le mode de reproduction, tels que les Cladoxylées ou les Protopytyées, restant compris sous le nom de Cycadofilicinées. A divers égards, notamment par certains de leurs caractères anatomiques; par leur appareil femelle, constitué par la transformation d'une pinnule ou d'une penne en ovule, les *Ptéridospermées* ainsi entendues se rapprochent visiblement des Cycadinées; elles s'en écartent par leur port, par leurs frondes filicoïdes, par les caractères de Fougères qui se retrouvent dans la structure, soit de leurs tiges, soit de leurs pétioles, ainsi que par la constitution de leurs appareils mâles, ressemblant tellement, du moins d'après le peu qu'on en connaît, à des appareils fructificateurs de Fougères, qu'on n'avait pas hésité à voir en eux des frondes fertiles de Fougères, à sporanges de Marattiacées. On ne saurait donc, semble-t-il, les incorporer simplement dans les Cycadinées, même à titre de subdivision spéciale, et il y a lieu de les consi-

dérer, avec MM. Oliver et Scott, comme constituant une classe distincte de *Gymnospermes*.

Pour le moment, les limites de cette classe ne sauraient être encore définies avec précision, et les données acquises ne fournissent aucun critérium permettant de distinguer, parmi les groupes hétérogènes de « Fougères » fossiles, tels que le sont notamment les *Sphénoptéridées*, les formes, spécifiques ou génériques, qui peuvent appartenir aux *Ptéridospermées*, de celles qui sont réellement des Fougères : les bifurcations des axes foliaires qui se présentent d'une façon si constante chez les *Sphenopteris* du type du *Sphen. Hœninghausi*, chez les *Diplotmema*, auxquels paraissent correspondre les *Heterangium*, chez les *Odontoptéridées*, chez les *Névroptéridées*, et aussi chez le *Pec. Pluckeneti*, constitueraient peut-être un caractère, au moins empirique; on serait, du moins, tenté de le penser et l'on serait conduit, d'après cela, à ranger aussi dans ce groupe les *Mariopteris*, affines, d'ailleurs, à certains égards aux *Aléthoptéridées* ainsi qu'aux *Odontoptéridées*. Toutefois, ces bifurcations des rachis n'ont pas été observées avec certitude chez les *Aléthopteris*, et elles ne semblent pas avoir existé chez les *Callipteridium*, ni chez les *Callipteris*, que tout porte cependant à classer dans ce même groupe, MM. Weber et Sterzel ayant signalé certaines frondes de *Callipteris* comme paraissant en rapport avec des tiges de *Medullosa*; il est vrai que, chez ces deux derniers genres, la fronde peut être considérée comme constituée tout entière par dichotomie sympodique.

Dans tous les cas, les *Ptéridospermées*, offrant des affinités si accentuées avec les Fougères, suggèrent à l'esprit l'idée de rapports étroits de filiation entre les Cycadinées et les Fougères, et paraissent établir un lien entre les unes et les autres. On en vient ainsi à penser qu'on s'est peut-être exagéré l'importance des différences qui séparent les *Gymnospermes* des *Cryptogames vasculaires*, et que les *Gymnospermes* devraient être rapprochés plutôt de ces dernières que des *Angiospermes*, dont elles diffèrent par tant de caractères, notamment en ce qui concerne les phénomènes intimes de la fécondation. Ainsi que l'a fait remarquer M. Scott⁴, certaines *Lycopodinées* fossiles, comme les *Lepidocarpon*, apparaissent singulièrement voisines des plantes à graines, avec leur macrosporange enveloppé d'une sorte de tégument, ne renfermant qu'une seule macrospore, qui paraît y demeurer indéfiniment incluse, si bien que la dissémination n'a lieu que par la désarticulation et la chute des bractées sporangifères : sans doute, la

⁴ D. H. SCOTT : The seed-like fructification of *Lepidocarpon* (*Phil. Trans. Roy. Soc.*, vol. 194 B, p. 291. 1901).

macrospore est encore libre dans le macrosporangé; mais, sauf cela, il n'y a guère de différence avec les graines de Ptéridospermées ou de Cordaïtées, dont la fécondation n'avait lieu, à ce qu'il semble, que postérieurement à leur détachement de la plante mère, et la différence s'atténue entre les Exoprothallées et les Endoprothallées¹ à ovules nus.

De telles idées sont particulièrement séduisantes au point de vue évolutionniste, et l'on construirait volontiers une chaîne allant des Fougères aux Cycadinées par l'intermédiaire des Ptéridospermées, en admettant que celles-ci soient elles-mêmes dérivées de Fougères hétérosporées, dans lesquelles, à un moment donné, une macrospore unique serait demeurée incluse dans le macrosporangé et se serait ensuite transformée en un sac embryonnaire. C'est ainsi que Miss Benson, pour rendre compte de la constitution des graines de *Lagenostoma*, à tégument muni dans la région supérieure de cloisons radiales, a mis en avant² l'ingénieuse hypothèse de la transformation d'un synangium formé d'un macrosporangé central entouré d'un cercle de sporanges stériles, qui, en se soudant les uns aux autres, auraient formé le tégument. Le *Pecopteris Pluckentii*, avec ses graines pendant au bout des nervures, sur les bords de pinnules à limbe normal ou presque normal, donne également l'impression d'une Fougère dont les sores se seraient transformés en graines, et il semble qu'il devrait représenter, dans le groupe des Ptéridospermées, l'un des termes extrêmes, les plus rapprochés des Fougères, les types à graines terminales, tenant la place d'une penne ou d'une pinnule, occupant l'autre extrémité de la série comme se rapprochant davantage des *Cycas*.

On serait tenté de croire à une chaîne continue et à une filiation directe; mais, si le rapprochement s'impose entre des groupes qui semblaient bien différents, et si, dans l'intervalle qui les sépareit, nous constatons maintenant l'existence de jalons intermédiaires, il s'en faut que nous puissions regarder une telle filiation comme établie. D'une part, l'existence de Fougères hétérosporées, d'où seraient sorties les Ptéridospermées, n'est actuellement qu'une hypothèse, à l'appui de laquelle on ne saurait invoquer aucune constatation positive, les observations signalées dans ce sens paraissant comporter d'autres interprétations. D'autre part, on ne peut s'empêcher d'être frappé de voir, par le fait même de ces nouvelles découvertes, l'effectif des Fougères de la flore paléozoïque se réduire

singulièrement, des types de plus en plus nombreux passant dans le camp des Ptéridospermées, à ce point qu'on se demande si l'on pourra conserver à la période primaire son nom classique d'« ère des Cryptogames vasculaires », étant donné qu'un si grand nombre de types classés jadis comme Cryptogames vasculaires sont aujourd'hui reconnus pour des Gymnospermes. Il est, d'ailleurs, à noter que cette réduction d'effectif semble s'accroître d'autant plus qu'on remonte plus loin dans le passé, la flore westphalienne paraissant déjà bien moins riche en Fougères véritables que la flore stéphanienne, et la question pouvant presque se poser de savoir s'il y avait réellement des Fougères à l'époque du Culm et à l'époque dévonienne : sans doute, on connaît dans le Culm des sporanges annelés du type de ceux des Osmondées, ainsi qu'un ou deux *Pecopteris* à fructification de Marattiacées; mais la plupart des Sphénoptéridées du Culm, tant *Sphenopteris* que *Diplotmema*, les *Aneimites*, les *Alethopteris*, les *Nevropteris*, doivent être désormais rangés parmi les Ptéridospermées, et il semble bien probable qu'il en sera de même pour les *Rhacopteris*, les *Archæopteris* avec leurs grandes capsules pédicellées à déhiscence longitudinale, plus semblables d'aspect à des anthères qu'à des sporanges, les *Dimeripteris*, les *Cephalotheca*, et autres types génériques analogues, du Culm ou du Dévonien, dont les uns paraissent se rattacher aux Névroptéridées, dont les autres offrent des appareils fructificateurs comparables aux *Telangium* et aux *Crossotheca*.

Il semble donc que les Ptéridospermées aient été d'abord largement prépondérantes, et que les Fougères, qui, vraisemblablement, n'étaient pas totalement absentes, aient occupé un rang tout à fait subordonné, de telle sorte que l'idée d'une filiation directe, par laquelle les Ptéridospermées seraient issues des Fougères, paraît difficile à admettre. Sans doute ne faut-il pas songer à renverser le sens de l'évolution et à faire descendre les Fougères des Ptéridospermées; mais, ici comme dans d'autres cas, le lien semble manquer au moment où on croyait le saisir, et, si les affinités mutuelles de ces deux groupes de plantes sont indéniables, du moins ne donnent-elles le droit, en présence des données actuellement acquises, de conclure qu'à une probable communauté d'origine.

Peut-être est-il permis d'espérer que nous serons un jour plus complètement renseignés et que d'autres découvertes nous apporteront plus de lumière : celles qui viennent de se succéder en moins de deux ans, dues à MM. Oliver et Scott, à M. Kidston, à M. Grand'Eury, à M. David White, et qui nous ont révélé les appareils fructificateurs de types que, pendant plus d'un siècle, on n'avait

¹ VAN TIEGHEM : L'œuf des plantes (*Ann. Sc. nat., Bot.*, t. XIV, p. 252-255, 1901).

² MISS BENSON : *Telangium Scottii* (*Ann. of Bot.*, t. XVIII, p. 166-176).

observés que sous la forme de frondes stériles, bien qu'ils fussent parmi les plus communs de la flore houillère, sont évidemment faites pour donner bon espoir.

Moins heureux que les botanistes qui étudient les plantes vivantes, les paléobotanistes ne sont pas maîtres de leurs récoltes et de leurs observations; mais ils ont parfois la bonne fortune de découvrir des faits nouveaux de nature à faire mieux inter-

préter la Nature actuelle et à jeter un jour précieux sur les rapports de certains groupes de végétaux, comme c'est le cas aujourd'hui pour les Cryptogames vasculaires et les Gymnospermes, qui apparaissent désormais beaucoup plus proches les unes des autres qu'on ne l'avait généralement admis.

R. Zeiller.

Membre de l'Institut.
Inspecteur général des Mines.

L'INSCRIPTION PHOTOGRAPHIQUE DE L'ACTION DES RAYONS N

La méthode par laquelle j'ai obtenu des clichés photographiques manifestant l'action des rayons N sur une étincelle électrique a été exposée dans trois Notes insérées dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences¹. Le procédé employé dans les expériences dont je veux parler aujourd'hui ne diffère pas de celui que j'ai décrit dans ces Notes; une seule innovation a eu lieu, consistant à intercaler un téléphone à fil gros et court dans le circuit induit de la bobine d'induction. Un aide ayant l'oreille à ce téléphone peut contrôler la régularité de l'étincelle pendant l'expérience photographique: si l'étincelle vient à s'éteindre parce que les pointes sont trop écartées, le son s'éteint aussi; si, au contraire, les pointes viennent à se toucher, le son devient beaucoup plus intense. Les intermittences et irrégularités de l'étincelle peuvent ainsi être décelées, et, s'il s'en produisait pendant une expérience photographique, celle-ci devrait être rejetée d'avance.

Voici les résultats d'une série de 35 expériences exécutées en dernier lieu avec le plus grand soin, en un grand nombre de séances, la plupart du temps une seule expérience étant faite chaque jour: 23 expériences ont donné un contraste extrêmement marqué, comparable à celui qu'indiquent les figures qui accompagnent ma Note du 22 février 1904; 8 expériences ont donné un contraste bien marqué; 4 expériences ont donné un contraste visible, mais peu marqué.

Ainsi tous ces clichés montrent l'action des rayons N; si le contraste des deux impressions photographiques n'a pas sur tous la même intensité, cela tient à l'impossibilité d'obtenir un réglage mathématique de la petite étincelle.

J'insiste une fois de plus sur la nécessité d'opérer avec des étincelles excessivement faibles, dont l'éclat soit très peu supérieur à la plus petite inten-

sité lumineuse capable d'impressionner la plaque: dans ces conditions, une petite variation de l'intensité lumineuse produit une grande variation de celle de l'impression photographique, tandis que, pour des éclaircissements plus forts, elle n'en produit qu'une très faible¹. Il ne faut pas craindre de commencer par une étincelle trop faible: si l'on n'obtient aucune impression sur la plaque, on recommence avec une étincelle un peu plus forte, et l'on parvient par tâtonnement à l'intensité convenable en réglant, d'une part, le petit excitateur où éclate l'étincelle, et, d'autre part, le trembleur de la bobine d'induction. Ce dernier réglage est le plus difficile; si l'on se sert de l'appareil à chariot de du Bois Reymond, il est avantageux d'y adapter un condensateur de Fizeau de capacité proportionnée. Quant tout est convenablement réglé, l'étincelle est régulière.

Dans les expériences citées plus haut, les rayons N étaient produits par une lampe de Nernst renfermée dans une lanterne en tôle; les rayons N traversaient successivement une feuille d'aluminium formant la paroi antérieure de la lanterne, une planche de sapin épaisse de 2 centimètres, une seconde feuille d'aluminium, une lentille en aluminium, une feuille de zinc, une planche de bois blanc épaisse de 2 centimètres, une feuille d'aluminium formant un écran électrique destiné à protéger l'étincelle, enfin la paroi de la boîte de carton renfermant l'étincelle.

Dans chaque expérience, on a compté une seconde de plus pour la durée totale de celle des deux poses faite sans rayons N; de cette façon, on était sûr que cette pose était un peu plus longue que l'autre. On a opéré, tantôt en fractionnant chacune des poses² par la méthode de croisement que

¹ Voir le travail de M. C. Gutton sur l'intensité des impressions photographiques produites par de faibles éclaircissements. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 27 février 1905.

² La durée totale de chaque pose a été la plupart du temps 60 secondes.

¹ Séances des 11 mai 1903, 22 février 1904, 27 juin 1904, 21 novembre 1904. Voir l'article de M. ASCOLI sur les rayons N dans la Revue du 15 mars 1904, t. XV, p. 226 et suiv.

j'ai indiquée précédemment, tantôt en faisant simplement deux poses successives, l'une avec rayons N, l'autre sans rayons N. L'impression avec rayons N a été faite tantôt la première, tantôt la seconde; tantôt d'un côté de la plaque, tantôt de l'autre. Tantôt on s'est servi de l'écran en zinc solidaire du châssis et recouvert à moitié de papier mouillé, que j'ai décrit dans ma Note du 21 novembre 1904, tantôt d'un écran indépendant et manié à la main hors de la boîte, comme je l'ai indiqué dans la même Note.

Des écrans métalliques étaient disposés de façon à éliminer toute perturbation pouvant provenir d'une influence électrique; d'ailleurs, on a fait de temps en temps des expériences de contrôle, soit en supprimant le papier mouillé, soit en le mouillant avec de l'eau salée: chaque fois on a obtenu des impressions égales.

En résumé, les perfectionnements et le surcroît de précautions apportés à ces expériences ont eu pour effet d'en augmenter encore la netteté et la sûreté. Toutes les variantes expérimentales ont donné les résultats prévus. L'opacité de l'eau pure, la transparence de l'eau salée, du bois, du zinc, de

l'aluminium, du carton, reconnues primitivement au moyen de l'œil, ont été vérifiées par les expériences photographiques. L'opacité du plomb oxydé a été également vérifiée à l'aide de la photographie par des expériences tout pareilles aux précédentes, sauf que le papier mouillé était remplacé par une lame de plomb¹.

Ce qui précède n'offre, à proprement parler, rien de nouveau, puisque c'est la confirmation pure et simple de ce que j'avais publié antérieurement. Voici maintenant un fait inédit: Si, sur une étincelle primaire d'un oscillateur hertzien, on fait tomber des rayons N, l'étincelle secondaire diminue d'éclat². Il résulte de là que l'action des rayons N sur l'étincelle modifie le phénomène électrique lui-même; cette modification intime de l'étincelle est sans doute la raison pour laquelle les expériences d'enregistrement photographique de l'action des rayons N donnent des résultats si nets quand on emploie l'étincelle comme source de lumière, tandis qu'on n'en obtient aucun avec d'autres sources³.

R. Blondlot,

Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.

LES GAZ MONOATOMIQUES, LE MERCURE, LE THALLIUM, LE PLOMB, L'OR DANS LA CLASSIFICATION

Les travaux de ces dernières années ont révélé l'existence d'un grand nombre d'éléments nouveaux, non plus seulement d'éléments isolés, mais de séries presque entières de corps analogues: série de l'argon, série des terres rares. La question s'est posée naturellement, au sujet de ces nouveaux corps, de savoir quelle place leur assigner dans les anciens systèmes de classification, en particulier dans la table de Mendeleef. Tous ne s'y sont pas comportés comme on l'espérait. Les éléments des terres rares, en y comprenant ceux déjà connus, semblaient d'abord s'intercaler dans une des lacunes de la table, entre le baryum et le tantale; mais on a dû renoncer à les séparer les uns des autres et à les répartir dans des familles distinctes; ils forment une sorte de groupe indépendant et relativement homogène, qui reste en dehors de la classification, un peu à la façon du groupe discontinu qui contient le fer, le palladium et le platine.

Au contraire, l'hélium et les nouveaux gaz de l'air ont trouvé facilement leur place dans la table. D'après leurs poids atomiques, ils s'échelonnent régulièrement (sauf l'interversion de l'argon et du

potassium) entre les halogènes et les métaux alcalins, et ils font, en effet, transition entre ces deux séries. L'une contient des corps éminemment positifs, comme le potassium; l'autre, des corps éminemment négatifs, comme le chlore, tous doués d'affinités énergiques; les corps de la série de l'argon ne sont ni positifs ni négatifs, ni métaux ni métalloïdes; ils sont neutres et inactifs vis-à-vis des autres corps; cette absence de propriétés est apparemment leur propriété fondamentale.

I. — LES GAZ MONOATOMIQUES.

On peut comparer les corps simples d'après certains caractères spécifiques tels que la valence, l'état physique, le poids atomique, le rang élec-

¹ Récemment, plus de cent expériences analogues aux précédentes ont été faites avec un succès constant. M. Jean Buquero a fait deux de ces expériences avec succès sans ma participation.

² Cette diminution est toutefois très difficile à observer à cause de l'irrégularité inévitable de l'étincelle secondaire; j'ai essayé sans succès de substituer à cette observation des mesures électrométriques.

³ Voir Comptes rendus, séance du 6 juin 1904.

trique, etc., qui fournissent autant de bases de classification; mais on peut aussi les envisager d'un point de vue plus général: on peut les concevoir comme autant d'espèces définies, irréductibles et, en un sens, comparables aux espèces vivantes; admettre que ces espèces ont eu leur évolution¹, qu'elles se sont formées suivant certaines lois, qu'il existe pour elles un ordre de succession logique; on peut essayer, enfin, de les classer dans cet ordre, approximativement, d'après leurs propriétés actuelles, comme on classe les formes organisées: l'hélium et l'argon se placeront alors tout à l'extrémité de la série, parmi les substances les plus primitives.

On se rappelle la loi posée par Lyell: « Le changement, la mutabilité, l'effort vers le progrès s'accroissent à mesure que l'on monte plus haut dans l'échelle des êtres, et les formes se montrent d'autant plus persistantes qu'elles sont d'un ordre moins élevé. » Lyell n'avait en vue, sans doute, que les formes vivantes; mais sa loi n'est qu'une conséquence de la loi d'évolution et en a toute la généralité; elle doit pouvoir, comme elle, s'étendre aux corps et aux espèces inorganiques.

Quelles sont donc, parmi ces dernières, les formes essentiellement persistantes? Ce sont d'abord, et d'une manière générale, les corps gazeux, surtout les gaz difficilement liquéfiables et voisins de l'état parfait: un gaz parfait n'évolue pas; il peut changer de volume, de forme, de température: il reste toujours identique à lui-même, en ce sens que sa structure interne ne subit aucun changement et reste indépendante des conditions extérieures; sa molécule est, par définition, une sorte d'entité absolue et immuable; il n'admet jamais, par suite, qu'un seul type d'individus; il ne représente qu'un amas incohérent; il n'y a, dans ces conditions, ni évolution ni progrès possible.

Les gaz réels se rapprochent plus ou moins de cet état idéal; ils en partagent plus ou moins les caractères; ils correspondent, d'ailleurs, à la plus homogène, à la plus diffuse des formes de la matière: ils en sont évidemment les représentants les moins évolués.

Mais encore peut-on distinguer parmi eux. Les gaz réputés jadis permanents, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, ont pour unité constituante, aux températures moyennes, une molécule formée de deux atomes; à des températures très élevées, celle-ci paraît se réduire à l'atome isolé. Il semble donc

qu'au cours de leur évolution physique, la personnalité ait passé de l'atome au groupe de deux atomes, c'est-à-dire du type d'individualité le plus simple au type immédiatement supérieur; cela représente une première étape, une première phase de progrès: cette phase n'existe pas ou est à peine commencée pour l'hélium et pour les gaz de sa série; leur molécule ne comprend jamais qu'un seul atome; l'unité physique et l'unité chimique y sont confondues. Non seulement cet atome n'est pas susceptible de s'unir à lui-même pour donner naissance à des unités plus complexes, comme cela s'observe chez les autres corps simples, y compris les gaz, mais il n'est même pas susceptible de s'unir à des atomes d'espèce différente: il n'entre, en effet, dans aucune molécule composée; on n'en connaît, du moins, aucune combinaison bien définie. Bref, *ces corps n'existent dans la Nature qu'à l'état d'atomes isolés*. Mais, à ce titre, considérés en tant qu'espèces, ils peuvent être comparés à certains êtres vivants pris parmi les plus simples d'organisation, à certains protozoaires unicellulaires, tels, par exemple, qu'Amiboïdes, Foraminifères, Radiolaires, qui représentent, dans le monde vivant, les formes stables, persistantes par excellence; l'individualité n'y a pas dépassé la simple cellule¹, pas plus que, chez les gaz mono-atomiques, elle ne s'élève au-dessus de l'atome. Les uns et les autres se sont arrêtés au premier stade d'évolution; ils ont conservé leur forme initiale; ils nous restent comme les témoins d'une époque primitive.

II. — L'HÉLIUM, L'ARGON.

Ce rapprochement semblerait pouvoir se justifier, au moins en ce qui concerne l'hélium et même l'argon, par un caractère particulier à ces gaz, leur très grande conductibilité électrique.

MM. Ramsay et Collie² ont comparé la conductibilité de l'hélium et de l'argon à celle de différents gaz. Ils ont mesuré la distance moyenne que peuvent traverser dans ces gaz des étincelles maintenues à un potentiel sensiblement constant. Cette distance est de 250 à 300 millimètres dans l'hélium et de 45^{mm},5 dans l'argon, alors que, dans les mêmes conditions, elle est seulement de 23 millimètres dans l'oxygène, de 33 millimètres dans l'air,

¹ Cette idée d'une évolution progressive paraît d'autant plus légitime que nous avons sous les yeux des exemples de dissolution de certains éléments: « C'est une règle générale, dit H. Tuttle, que les espèces existent aussi longtemps qu'elles restent capables de se développer encore; mais, aussitôt devenues stationnaires, elles commencent à décliner et périssent avec le temps. »

¹ Chez quelques-uns, toutefois, « chez les Foraminifères et les Radiolaires, de même que chez les Volvocinées, les éléments manifestent déjà une certaine tendance à s'unir d'une façon intime pour constituer une unité plus élevée, à laquelle on peut donner le nom d'individu polycellulaire ». Ed. PERRIER: Les Colonies animales et la formation des organismes. Paris, Masson, p. 176.

² W. RAMSAY: L'hélium. *Ann. Phys. et Chim.*, 7^e s., t. XIII, p. 433.

de 39 millimètres dans l'hydrogène. De même, la pression où la décharge électrique se transforme en une bande lumineuse est de 1.270 millimètres de mercure dans l'hélium et seulement de 81 millimètres dans l'oxygène, de 73 millimètres dans l'air, de 42 à 43 millimètres dans l'hydrogène. L'hélium se distingue des autres gaz par une conductibilité exceptionnelle.

Or, d'après les idées généralement admises, la décharge disruptive dans un gaz consisterait essentiellement en un transport brusque à travers la masse gazeuse d'ions négatifs et d'ions positifs, provenant d'une dissociation corpusculaire des molécules neutres. Elle se produirait au moment précis « où le champ devient suffisamment intense pour communiquer aux centres chargés (qui préexistent en petit nombre dans le gaz) une vitesse leur permettant de créer de nouveaux ions par leurs chocs contre les molécules du gaz ou contre les électrodes »¹. Elle serait donc d'autant plus facile que l'atome s'ioniserait plus aisément, c'est-à-dire perdrait plus facilement ses corpuscules, et, de deux corps pris dans les mêmes conditions, le meilleur conducteur serait celui dont l'atome présente la plus faible cohésion.

Cette conception, pour différentes raisons², paraît s'appliquer à l'hélium; son atome paraît moins cohérent, moins fortement agrégé, moins « intégré » que les autres atomes gazeux. Or, le manque d'intégration caractérise d'une manière générale les espèces primitives. Plus un être est élevé par son organisation et sa structure vis-à-vis des êtres de même type, plus ses éléments sont intimement unis; plus il présente les caractères d'un individu, plus ses parties sont privées d'individualité: les premières monères étaient de simples grumeaux de protoplasme, sans forme déterminée et sans aucun organe personnel, tel que noyau, nucléole, membrane d'enveloppe, colonies plutôt qu'individus; de même, les premières chaînes linéaires, à l'origine du type zoïde, comprenaient

une succession de mérides presque identiques, en nombre variable, et sans cohésion apparente. L'évolution de la cellule isolée ou du zoïde a consisté principalement dans l'individualisation progressive de ces assemblages; ils se sont unifiés par différenciation et parfusions de leurs parties; et il en est de même de toute espèce d'agrégat matériel: l'effort vers l'individualité paraît être le signe et la loi de tout progrès.

L'atome n'a pas échappé à cette loi générale. Tel que nous le concevons, c'est un agrégat parfaitement stable, extrêmement cohérent, offrant une très grande résistance aux agents physiques et à toutes les causes de destruction; mais l'unité, l'intégration, la cohésion ne sont pas des qualités primordiales: ce sont des résultantes, qui ne se rencontrent jamais qu'au terme d'une évolution progressive. Une individualité, fût-elle aussi fortement constituée que l'atome, n'a pas été donnée telle qu'elle est, dès l'origine; elle a dû progresser insensiblement, s'unifier, parcourir une série d'étapes depuis les structures homogènes, et en quelque sorte « coloniales », qui l'ont reliée au type précédent, jusqu'aux structures actuelles. Les espèces inorganiques, comme les espèces vivantes, ont dû se développer progressivement, s'échelonner à de longs intervalles, conserver dans une certaine mesure les caractères de l'époque où leur évolution a pris fin, où elles ont atteint leur forme définitive. Il paraît donc logique de compter parmi les plus simples — sinon les plus anciennes — celles dont l'atome possède actuellement la moindre individualité, et, partant, la moindre cohésion.

C'est le cas, à ce qu'il semble, de l'hélium et de l'argon. Par différents caractères, ces gaz se rapprochent encore des formes primitives; ils représentent les moins évoluées de toutes les espèces chimiques³.

¹ P. LANGEVIN: L'ionisation des gaz. *Ann. Phys. et Chim.*, 7^e s., t. XXVIII, p. 425.

² N'est-il permis de faire remarquer qu'elle se trouve d'accord avec une hypothèse que j'ai exposée dans cette *Revue* (t. XV, p. 822) au sujet de la loi de compressibilité des gaz? La courbe $pV = f(p)$, à la température de 15°, se réduit sensiblement pour l'hélium, comme pour l'hydrogène, à une droite de coefficient angulaire positif $p(v-b) = C^*$. Les molécules d'hélium, comme celles d'hydrogène, possèdent donc, même aux faibles pressions, une quantité de force vive un peu supérieure à celle que posséderait, dans les mêmes conditions, une molécule de gaz parfait. Cela peut s'expliquer, avons-nous dit, par l'état de dissociation partielle où se trouve la molécule: ses éléments conservent une certaine autonomie; ils ne sont encore qu'imparfaitement agrégés. Mais les deux cas sont très différents: pour l'hydrogène, les éléments de la molécule sont ses deux atomes; pour l'hélium monoatomique, ce sont les fractions de l'atome, corpuscules ou électrons.

³ La récente découverte de MM. Ramsay et Soddy tendrait, au contraire, à représenter l'hélium comme un résidu, comme un produit de désagrégation du radium. L'hélium ne serait donc qu'une espèce relativement récente. Mais le phénomène peut recevoir une tout autre interprétation: dans le monde organisé, le déclin des espèces les plus élevées correspondra vraisemblablement à un développement de plus en plus grand des organismes infimes. C'est parmi les êtres microscopiques et ultra-microscopiques, placés au dernier échelon de la série animale, que les êtres supérieurs ont leurs ennemis les plus actifs. Bactéries, infusoires, coccidiens et, en général, toutes les espèces parasites semblent s'être formées et s'accroître sans cesse à leurs dépens. Il est possible que, dans un autre ordre d'idées, la transmutation partielle du radium en hélium soit un phénomène de même nature: transformation d'une forme d'équilibre devenue instable, parce qu'elle a dépassé le terme de son développement progressif, en une forme rudimentaire, et par là-même éminemment stable. Il est de règle, en effet, que les structures les plus récentes et les plus spécialisées disparaissent les premières, et que la régression suive une marche inverse de l'évolution progressive. Il existe, d'ailleurs, à ce point de vue une sorte de corrélation entre les extrêmes.

III. — LE MERCURE.

Les gaz monoatomiques, hélium, argon, néon, crypton, xénon, forment une série nettement indépendante. Cette série a sa place dans la table de Mendeleef; on peut l'y ajouter simplement, sans rien changer au classement usuel, mais on peut aussi se demander s'il n'y aurait pas lieu de modifier quelque peu les séries voisines. La table de Mendeleef n'est sans doute pas, comme quelques-uns le pensent, un simple système de classification, un catalogue des éléments chimiques; il est permis d'y voir, suivant la pensée de son auteur, une sorte d'expression figurée, d'image ou de symbole, nous révélant certains rapports entre les corps simples.

Tant qu'il s'agit de corps à faible poids atomique, ces rapports sont, en général, assez apparents pour qu'on puisse les classer presque sans équivoque; les séries, réduites aux premiers termes, se séparent facilement les unes des autres; chacune a ses caractères parfaitement tranchés. Il n'en est plus de même à l'extrémité de la table; ces séries semblent se rapprocher et, pour ainsi dire, se fusionner, à mesure que les poids atomiques augmentent; le classement devient, dès lors, à peu près arbitraire.

Cela est vrai surtout de certains métaux, tels que le mercure, le thallium, le plomb, l'or.

On peut s'étonner, par exemple, de voir figurer le mercure dans la série des alcalino-terreux, entre le baryum et le radium; il n'a évidemment que peu d'analogies avec ces métaux: il est divalent dans ses composés les plus stables; son chlorure saturé renferme Cl^2 , l'oxyde mercurique est HgO ; mais il existe des composés non saturés qui contiennent un seul atome de mercure pour un atome de chlore, deux atomes de mercure pour un atome d'oxygène; au point de vue de l'atomicité, comme sous d'autres rapports, le mercure se rapprocherait plutôt du cuivre; or, le cuivre est classé d'ordinaire avec l'argent dans la série du lithium et du potassium: les deux métaux se trouvent donc séparés de toute façon.

On ne peut pas davantage invoquer l'isomorphisme des combinaisons. Par les formes cristallines de ses sels, le mercure se sépare nettement de la série du calcium, où pourtant les relations d'isomorphisme sont nombreuses: les chlorure, sulfure, carbonate, azotate, sulfate mercurique ne sont pas isomorphes avec les sels correspondants de calcium, de magnésium ou de zinc.

Mais, en se séparant du calcium, il se sépare aussi des autres séries; il ne paraît pas exister un seul cas d'isomorphisme nettement caractérisé entre un sel de mercure et un autre sel. En dehors du cuivre et peut-être de l'argent, le mercure n'a pas d'ho-

mologues proprement dits parmi les métaux; il n'a pas de place rigoureusement déterminée dans une classification.

On pourrait donc être tenté, en raison précisément de cette indépendance, en raison surtout de son état physique, de sa fusibilité et de sa volatilité exceptionnelles, de le rattacher à une famille de corps également exceptionnels: le mercure serait considéré comme le terme supérieur, comme le représentant le plus élevé de la famille de l'argon et des gaz monoatomiques.

Reste à savoir si ce n'est pas là un rapprochement purement arbitraire.

Les analogies qui peuvent exister entre le mercure et des gaz inactifs et indifférents comme l'argon sont forcément imparfaites: ils ont même rapport de chaleurs spécifiques; mais c'est là un caractère assez général; on admet que la vapeur de cadmium, la vapeur de zinc, celles de potassium, de sodium et d'autres métaux sont aussi monoatomiques. — La vapeur de mercure se laisse traverser facilement, plus facilement que l'air, par les décharges électriques: il est possible que cette conductibilité soit due aux mêmes causes que celle de l'hélium et de l'argon, bien que dans une proportion plus faible. — On sait, d'autre part, que le mercure s'unit directement à la plupart des métaux, quelquefois avec un grand dégagement de chaleur, comme avec les métaux alcalins; cette propriété se retrouve peut-être au moins ébauchée, dans l'hélium et dans l'argon; on s'est demandé si ces gaz n'existaient pas dans les minéraux sous forme de composés, « héliures, argonures métalliques, qui seraient facilement destructibles par l'action combinée de l'eau et de la chaleur » (pour l'argon, au moins, l'hypothèse reste vraisemblable); il ne s'agit pas là, sans doute, de combinaisons rigoureusement définies; ce sont plutôt des associations instables, en voie de formation, correspondant à un premier état de la combinaison chimique. Ainsi, lorsque l'hélium est partiellement absorbé par le platine, sous l'influence d'une pluie d'étincelles, M. Ramsay² estime qu'il y a simplement dissolution du gaz dans le métal, comme dans les cas, signalés par M. Berthelot, de la benzine et du sulfure de carbone.

Ces analogies peuvent paraître insuffisantes; il faut reconnaître qu'aucune preuve directe n'autorise à rapprocher les gaz monoatomiques du mercure; mais, à défaut de preuve proprement dite, on peut invoquer au moins certaines vraisemblances: un changement de classement pour le mercure entraînera, en effet, des changements parallèles pour les corps qui l'avoisinent, pour le thal-

¹ CH. MOUREU: *Comptes Rendus*, t. CXXXV, p. 1337.

² *Ann. de Chimie et Phys.*, 7^e s., t. XIII.

lium, pour le plomb, pour l'or, qui le suivent ou qui le précèdent immédiatement dans l'ordre des poids atomiques : le thallium se rangera dans la famille du lithium et des métaux alcalins, le plomb prendra la place du mercure dans la famille des alcalino-terreux, du magnésium et du zinc ; l'or viendra prolonger le groupe du platine¹.

A divers points de vue, ces changements paraîtront peut-être justifiés : ils déterminent réciproquement la place du mercure.

IV. — LE THALLIUM, LE PLOMB.

Le thallium a été rattaché par Mendeleef au bore et à l'aluminium ; il donne, en effet, avec l'oxygène, le chlore, le brome, une série de composés où il fonctionne comme trivalent ; son peroxyde peut être comparé à certains égards aux sesquioxydes de manganèse, de fer et de cobalt, bien qu'il n'y ait entre eux ni entre leurs sels aucune relation d'isomorphisme ; il se comporte également comme une base faible, ses sels sont facilement détruits par l'eau. Mais il existe une autre série de combinaisons, plus importante et plus nombreuse, qui n'a aucun équivalent dans la famille de l'aluminium et du bore. Le thallium n'y a été placé vraisemblablement qu'en vue de satisfaire, coûte que coûte, à la loi périodique : « Qui aurait jamais eu l'idée, écrivait L. Meyer, de réunir dans une même famille le thallium et le bore? »².

Il est assurément plus naturel de ranger le thallium à la suite des métaux alcalins ; il se conduit lui-même, à bien des égards, comme un métal alcalin : il est facilement oxydable ; son protoxyde donne une solution qui, fortement alcaline, a l'odeur caractéristique des lessives de potasse ou de soude, et qui exerce sur les solutions métalliques une action comparable à celle des alcalis. Ce protoxyde en fusion absorbe l'oxygène, comme l'oxyde de potassium fondu, et se transforme partiellement en peroxyde, lequel est décomposé par la chaleur, comme le peroxyde de potassium. Le thallium se dissout dans l'alcool à la température ordinaire, et donne un alcoolate thallique, analogue aux alcoolates de potassium et de sodium. Sa chaleur atomique 6,84, un peu supé-

rieure à la moyenne, le rapproche encore des métaux alcalins. En outre, caractère essentiel, les sels thalleux et les sels correspondants de potassium et d'ammonium ont un isomorphisme à peu près constant : le sulfate thalleux et le sulfate neutre de potassium se remplacent en toutes proportions dans les aluns, et donnent avec les sulfates de la série magnésienne des sels doubles clinorhombiques, isomorphes des sels doubles potassiques. Les fluorure, chlorure, bromure, iodure thalleux sont isomorphes des sels cubiques correspondants de potassium ; il en est de même des carbonates, des nitrates, des fluosilicates. La même relation existe entre un grand nombre de sels à acides organiques : les bitartrates de potassium et de thallium, les tartrates sodico-potassique et sodico-thalleux cristallisent en prismes orthorhombiques de même angle ; et ainsi des oxalates, etc.³.

Pour des raisons analogues, le plomb pourrait être ajouté à la série des alcalino-terreux. Il existe également de nombreux cas d'isomorphisme entre ses sels et les sels correspondants de calcium et de baryum ; il suffit de rappeler l'isomorphisme du sulfate de plomb naturel avec la karsténite et la barytine, du nitrate de plomb avec les nitrates de strontium et de baryum, de l'hyposulfate de plomb avec les hyposulfates de strontium et de calcium, des chlorophosphate, chloroarséniate, chlorovanadate de plomb avec le chlorophosphate de chaux, des molybdate et tungstate de plomb avec le tungstate de chaux, enfin l'isomorphisme bien connu des carbonates naturels, cérusite, aragonite, withérite, strontianite, qui se rencontrent sous des formes très voisines dérivant du prisme orthorhombique, et avec des clivages ordinaires à peu près identiques.

Le plomb a, d'ailleurs, été fréquemment rattaché à ces métaux. Würtz le classait au voisinage du groupe calcium, baryum, strontium (dont un autre prolongement comprenait le magnésium, le cadmium et le zinc). De même, il ajoutait le thallium comme appendice au groupe des métaux alcalins, au même titre que l'argent.

V. — L'OR.

L'or figure habituellement dans la série qui contient le potassium et l'argent. Mendeleef l'avait joint en même temps aux derniers métaux de la famille du fer : osmium, iridium et platine. L'or paraît, en effet, se rapprocher surtout du platine ; les deux métaux ont sensiblement même poids atomique et même densité et sont souvent alliés à

¹ La table serait donc rectifiée de la manière suivante :

	Crypton	Rb	Sr	Y	Zr
		Ag	Cd	In	Sn
	Xénon	Cs	Ba		
Au	Hg	Tl	Pb		
au lieu de :		Au	Hg	Tl	Pb

² L. MEYER : *Les théories modernes de la Chimie*, trad. Albert Bloch, t. I, p. 203.

³ SABATIER : *Encyclopédie chimique de Fremy*, t. III, fasc. 6, p. 336.

l'état natif; ils sont également inaltérables, ne s'oxydent ni dans l'air, ni dans l'eau, ni dans l'oxygène pur, ni même dans l'ozone; leurs oxydes sont facilement réductibles par la chaleur seule; ils résistent, en général, à l'action des acides, mais ils sont facilement dissous par l'eau régale.

Ces analogies, il est vrai, ne persistent pas entre leurs combinaisons. Le platine donne, comme on sait, deux séries de composés, où il présente les atomicités paires du carbone. L'or fonctionne, au contraire, le plus souvent comme univalent ou comme trivalent; il donne des composés sous-aureux, des composés aureux et des composés auriques, répondant respectivement aux oxydes Au^3O , AuO et Au^2O^3 . En admettant qu'à ces trois oxydes il soit permis d'ajouter le bioxyde d'or signalé autrefois par Prat, le peroxyde Au^2O^3 signalé par Figuier, dont l'existence reste douteuse, on obtiendrait toute une gamme de composés rappelant la série d'oxydation de l'azote.

C'est, en effet, avec l'azote, l'antimoine, le bismuth, que l'or paraît avoir le plus d'analogies au point de vue chimique. Son oxyde le plus stable, l'oxyde aurique, aurait pour homologues dans cette série les anhydrides antimonieux et arsénieux (il n'a rien de commun avec les peroxydes alcalins, sauf peut-être avec le peroxyde de thallium; l'anhydride antimonieux donne notamment un seul hydrate SbO^2H , lequel se comporte tantôt comme acide, tantôt comme base, donne soit des antimoniates, tels que l'antimoniate neutre $SbO^2Na.3H^2O$, soit des sels antimonieux, comme le sulfate normal $(SO^4)^3Sb^2$; de même, l'oxyde aurique se combine aux acides aussi bien qu'aux alcalis; son hydrate AuO^2H donne des aurates $AuO^2K.3H^2O$, ou des sels auriques, azotates, sulfites $(AzO^3)^3Au$, $(SO^3)^3Au^3$, faisant partie de sels doubles. Plusieurs de ces sels, qui correspondent à la base monoatomique $AuO(OH)$, contiennent le radical auryle (AuO) combiné à un radical monovalent: ainsi l'azotate d'auryle, $AzO^3(AuO)$, le sulfate neutre d'auryle $SO^4H(AuO)$. Il semble permis de les rapprocher des sels correspondants de nitrosyle, d'arsénosyle, d'antimonyle, de bismuthyle, où les radicaux (AzO) , (AsO) , (SbO) , (BiO) jouent un rôle analogue et remplacent également un atome d'hydrogène.

On pourrait encore rapprocher le chlorure aurique des trichlorures d'arsenic, d'antimoine et de bismuth¹.

Pourtant, l'or n'appartient qu'indirectement à la série de l'azote; sa place ne peut être que dans la famille du fer, à côté de l'osmium, de l'iridium et du platine. Par leurs propriétés chimiques, tous les

métaux de cette famille, depuis le fer jusqu'au platine, se rattachent, en effet, plus particulièrement à certaines séries. Le fer et les métaux voisins — en y joignant le chrome et le manganèse, qui n'ont qu'une parenté assez vague l'un avec le chlore et l'autre avec le soufre¹ — tiennent à la fois et à des degrés différents de l'aluminium, du magnésium, du chlore, du soufre et même du carbone (comme le prouverait, notamment, l'isomorphisme de la polianite avec la cassitérite et le rutile). Dans les groupes supérieurs, l'osmium et le ruthénium se rapprochent surtout du fer et du manganèse, le palladium et le platine se rattachent très nettement à la série de l'étain et du carbone².

Ces deux groupes, en particulier le groupe du platine, ne sont nullement homogènes; les propriétés y varient brusquement d'un élément au suivant; ils peuvent parfaitement comprendre un élément tel que l'or, voisin du platine par ses propriétés physiques, par son inaltérabilité, etc., mais semblant appartenir, par la forme de ses combinaisons, à une série définie, la série de l'azote, comme le platine appartient lui-même à celle du carbone.

VI. — CONCLUSION.

En résumé, la connaissance d'une nouvelle série de corps simples semble devoir entraîner une légère modification à la table classique des poids atomiques. Cette série se compose de corps très voisins les uns des autres, tous volatils et presque entièrement inactifs; elle ne présente à première vue qu'un intérêt secondaire. Mais on peut chercher la raison ou tout au moins le sens de cette inactivité.

En considérant dans chaque corps simple les caractères essentiels qui définissent l'espèce, et en mettant en regard les espèces caractérisées par les divers atomes, il est facile de se rendre compte qu'il n'y a pas entre elles égalité absolue, que toutes n'ont pas atteint le même degré d'évolution. Les gaz monoatomiques, en particulier, semblent s'être arrêtés à la première étape; ils représentent, suivant l'idée de Lyell, des formes stables, « persistantes », ayant échappé presque entièrement à l'évolution et au progrès; ils occupent, parmi les espèces chimiques, à peu près le même rang que les êtres unicellulaires parmi les espèces orga-

¹ Les cinq métaux, chrome, manganèse, fer, nickel, cobalt, forment à tous points de vue un groupe parfaitement défini; ils ne peuvent être séparés dans la classification (DIRTE : *Leçons sur les métaux*, II, p. 193. JOANNIS et MOISSAN : *Encyclopédie Ch. de Frémy*, t. III, fasc. 9, p. 179).

² « Le platine appartient au groupe de l'étain, du titane, du silicium, du carbone. » WURTZ : *Dict. Ch.*, 2^e partie, II, p. 1040.

¹ WURTZ : *La théorie atomique*. Germer Baillère, p. 162.

nisées; leur série se place à l'extrémité et pour ainsi dire à l'origine du monde minéral.

Toutefois, cette série, si nettement délimitée, ne paraît pas absolument isolée des séries voisines. Tout porte à croire qu'elle se termine par un élément plus dense, moins volatil, moins exceptionnel à tous égards, et répondant, comme tous les corps à grand poids atomique, à un état d'évolution plus avancé¹. Cet élément ne serait autre que le mercure. Par là pourraient s'expliquer, dans une certaine mesure, l'état physique et les caractères un peu spéciaux de ce métal.

Il conviendrait en même temps de rétablir dans leurs séries respectives les éléments voisins du mercure : le thallium dans la série des métaux

alcalins, le plomb dans celle des alcalino-terreux et l'or dans le groupe du platine.

Cette répartition ne peut être proposée qu'à un point de vue purement spéculatif. Elle tendrait simplement à faire entrevoir certaines relations entre des corps qui paraissent, d'ailleurs, assez dissemblables, comme le mercure et l'argon. Sans rien préjuger sur la nature de ces relations, ni, en général, sur la cause des parentés chimiques, il est permis, sans doute, de les rattacher à la genèse et au mode de formation des espèces, et d'évoquer, avec l'idée d'une évolution progressive, les notions de continuité et d'origine commune.

Jean de Boissoudy.

LES VOYAGES AU LONG COURS EN BALLON

Tandis que certains aéronautes poursuivent le difficile problème de la direction des ballons, d'autres consacrent leurs efforts à améliorer ce merveilleux engin de transport qu'est l'aérostat libre². Ce ne sont plus seulement des ascensions de quelques heures, ce sont de véritables voyages qu'on cherche à accomplir aujourd'hui au sein de l'atmosphère. La traversée de France en Russie, étudiée par le capitaine Deburax dès 1894³, a été réalisée trois fois en 1900⁴. Les intéressantes expériences du *Méditerranéen* tendent à ouvrir aux aérostats la route des mers. Bref, le ballon libre, qui, entre les mains des empiriques, n'a servi si souvent qu'à l'amusement des foules, se transforme peu à peu en un véhicule rationnel, susceptible soit de rendre les plus grands services à la science en temps de paix, à la patrie en temps de guerre, soit de procurer aux sportsmen les impressions les plus agréables et les plus variées.

Nous nous proposons d'examiner ici ce qui a été fait pour rendre l'aérostat propre à des voyages au long cours.

I. — AMÉNAGEMENT DE LA NACELLE.

Tout d'abord se pose une question de confort : la plupart des nacelles ne possèdent qu'un

¹ L'ordre d'évolution paraît être l'ordre de croissance des poids atomiques.

² Sur la construction des aérostats, voyez l'article du Lieutenant-colonel Espitallier dans la *Revue* du 15 août.

³ Les communications entre la France et la Russie en cas de guerre européenne, par E. DEBURAX, capitaine du génie. (*Revue du Génie*, janvier-février 1894.)

⁴ 30 septembre 1900 : ascension du C^{te} de la Vaulx, de Vincennes à Bresc-Konyaski (gouvernement de Varsovie), 1,237 kilomètres en 21 h. 34 m.

9 octobre : ascension de M. Balsan, de Vincennes à

aménagement très rudimentaire, suffisant peut-être pour une ascension de peu de durée, mais qui ne saurait convenir à des aéronautes s'embarquant pour plusieurs jours. Il faut que ceux-ci puissent remuer, s'asseoir, manger commodément¹, se coucher à tour de rôle, etc. La nacelle sera donc suffisamment spacieuse et pourvue d'un ameublement sommaire (sièges, table, lit, etc.); de plus, chaque objet y aura sa place désignée. On ne se contentera plus d'entasser le lest en vrac au fond de la nacelle²; mais on le rangera dans des soutes spéciales, de telle façon qu'il soit facile à compter et toujours à la disposition du pilote.

On a pu voir exposées au dernier Salon de l'Automobile plusieurs nacelles répondant à ces desiderata.

II. — EMPLOI DU BALLONNET A AIR.

Un des grands défauts du ballon libre ordinaire est de ne pas permettre à l'aéronaute de choisir sa zone de navigation. A mesure qu'il dépense son lest, il voit cette zone s'élever, et, à moins de descendre assez bas pour naviguer au guide-rope, il ne peut plus séjourner à une altitude inférieure à celle qu'il a une fois atteinte; ou, tout au moins, il ne trouvera, entre la zone supérieure d'équilibre et

Opczno (gouvernement de Radoum), 1,345 kilomètres en 27 h. 5 m. ; ascension de M. de la Vaulx, de Vincennes à Korostychev (gouvernement de Kiew), 1,925 kilomètres en 33 h. 45 m.

¹ Il serait bon de pouvoir manger ou tout au moins boire chaud : à cet effet, M. Balsan a imaginé un petit fourneau à la chaux vive, qui paraît très pratique.

² Dans les voyages de France en Russie cités plus haut, l'encombrement de la nacelle par le lest fut une cause de grande fatigue pour les aéronautes.

le sol, que des positions « continuellement variables et chancelantes », suivant l'heureuse expression du général Meusnier¹. D'autre part, lorsqu'on exécute un long voyage en ballon, on dépense une grande quantité de lest, et il en résulte que, dans la dernière partie de l'ascension, les altitudes deviennent très élevées. Si nous prenons comme exemple les traversées de France en Russie, exécutées en 1900, nous voyons que les hauteurs atteintes ont dépassé 5 et 6.000 mètres². Or, dans ces régions, la respiration devient pénible : il faut, pour éviter les dangers d'asphyxie, être muni d'oxygène pur ; la température y est souvent très basse ; bref, le séjour y est peu agréable. De plus, pour descendre de ces hautes altitudes sans craindre des vitesses exagérées pouvant entraîner un choc contre le sol, il faut se réserver une quantité notable de lest : c'est autant de perdu pour l'ascension. Enfin, cette obligation de naviguer à chaque instant dans une zone déterminée et indépendante de la volonté de l'aéronaute interdit à celui-ci de choisir le courant le plus favorable au but qu'il poursuit.

On voit donc combien lui serait utile un organe lui permettant de choisir sa zone de navigation. Or cet organe existe ; il a été imaginé, il y a cent vingt ans, par le général Meusnier : c'est le *ballonnet à air*. Pourquoi, en effet, le ballon monte-t-il de plus en plus haut ? C'est parce qu'après chaque descente, enrayée par des projections de lest, il remonte jusqu'à ce qu'il soit plein et qu'il ait évacué la quantité de gaz correspondant à son excès de force ascensionnelle. Mais le ballonnet permet de remplir le ballon artificiellement au moyen d'air atmosphérique, et de lui faire ainsi évacuer son gaz à une altitude moins élevée, où il retrouvera, par conséquent, son équilibre. Et cette altitude est à la volonté de l'aéronaute, qui règle la quantité d'air introduite dans le ballonnet. Celui-ci peut donc choisir sa zone de navigation à la hauteur qui lui paraît la plus convenable : l'étendue de ce choix est limitée à chaque instant aux deux points auxquels le ballonnet est entièrement vide ou entièrement plein, points que Meusnier désignait sous les noms caractéristiques de « limite supérieure et limite inférieure d'équilibre »³. Ces deux limites sont d'autant plus éloignées l'une de l'autre que la capacité du ballonnet est plus grande.

Il est étrange de constater dans quel oubli est restée si longtemps cette belle invention de Meusnier. Elle a été reprise par Dupuy-de-Lôme dans son ballon dirigeable, mais surtout dans le but d'assurer la permanence de la forme. Le « Méditerranéen » est pourvu d'un ballonnet ; mais cet aérostat est resté jusqu'ici presque constamment en équilibre sur son stabilisateur à une faible hauteur au-dessus de la mer. C'est seulement en 1903 que les ballons libres à ballonnet ont été enfin expérimentés dans le sens que nous venons d'indiquer.

Les résultats de cette heureuse innovation ne se sont pas fait attendre. Dès la première ascension avec ballonnet, le 28 janvier 1903, M. Balsan, dans son ballon « le Saint-Louis », exécutait un voyage de 27^h9^m, de Saint-Cloud à Madocsa (Hongrie), sans dépasser l'altitude de 3.200 mètres. Au point de vue de la distance parcourue et de la durée, cette ascension était presque identique à celle que le même aéronaute avait accomplie le 9 octobre 1900, de Vincennes à Opoczno ; mais l'altitude maxima était réduite de moitié.

Après lui, M. de la Vaulx exécutait, dans le courant de l'année 1903, quatre ascensions avec le ballon « le Djinn » pourvu d'un ballonnet. Dans la première (14 mars), il séjournait en l'air pendant 27^h45 sans dépasser l'altitude de 1.600 mètres. La seconde ascension donna des résultats analogues. La troisième (26 septembre) fut particulièrement intéressante parce qu'elle montra tout le parti qu'on peut tirer du ballonnet pour choisir le courant le plus favorable. Parti de Saint-Cloud à 7 heures du soir, l'aérostat, entraîné par un vent S. S. E., gagnait l'embouchure de la Somme, traversait la Manche et, à 5 heures du matin, planait au-dessus de l'estuaire de la Tamise. Des nuages plus élevés que le ballon accusaient un vent de S. O. qui eût immédiatement rejeté les aéronautes vers la mer du Nord : l'emploi du ballonnet leur permit d'éviter ce courant supérieur en se maintenant constamment au-dessous de 1.000 mètres d'altitude et de poursuivre ainsi leur voyage jusqu'au delà de la rivière Humber, à hauteur de Hull. Quant à la quatrième ascension du « Djinn », elle fut malheureusement interrompue par une abondante chute de neige, qui alourdit l'aérostat d'un poids considérable et le força à atterrir dans le Doubs après un voyage de quinze heures.

On peut donc conclure, avec M. de la Vaulx⁴, que « l'utilité du ballonnet est pratiquement démontrée ; grâce à lui, l'aéronaute se rend maître de la zone de navigation, et il peut choisir à tout moment le

¹ Mémoire sur l'équilibre des machines aérostatiques, présenté à l'Académie le 3 décembre 1783, par M. Meusnier, lieutenant en 1^{er} au corps royal du génie. (*Journal de Physique de l'abbé Rozier*, t. XXV, juillet 1784.)

² Dans les ascensions du 9 octobre, M. de la Vaulx a atteint l'altitude de 5.780 mètres ; M. Balsan, celle de 6.650 mètres.

³ Addition au Mémoire déjà cité (même journal, même tome).

⁴ *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 9 novembre 1903.

courant qui lui convient le mieux. Dans les ascensions de longue durée, il évitera les altitudes trop élevées, et le séjour dans l'atmosphère sera moins fatigant et plus agréable ».

III. — PRÉCAUTIONS CONTRE LA PLUIE.

Que d'autres améliorations très simples, et pourtant très importantes, peuvent encore subir nos aérostats ! On sait combien la pluie les surcharge, et combien aussi elle est désagréable pour les aéronautes, qui n'en sont pas à l'abri : car elle descend à la fois par les cordages et par la manche d'appendice. Il convient donc de prendre des précautions spéciales pour diminuer le poids de pluie qui se dépose sur le ballon et pour en protéger les aéronautes. En 1886, M. Hervé, pour sa traversée de la mer du Nord, avait construit un ballon dont la partie supérieure était un cône d'une pente moyenne de 40°, très favorable, par conséquent, à l'écoulement de la pluie ; de plus, il avait, dans cette même région, remplacé le filet par une chemise lisse. C'étaient là d'excellentes dispositions, qui seraient à imiter dans un ballon destiné à des ascensions au long cours. Dans le même ordre d'idées, le ballon « le Djinn », qui, lui, est sphérique, a été surmonté d'un cône d'écoulement. Pour abriter complètement de la pluie les aéronautes et toute la partie inférieure de l'aérostat, il suffirait de prolonger la chemise ou l'enveloppe du cône jusqu'à l'équateur et d'en laisser pendre verticalement le bord inférieur de façon à former gouttière. Il faut bien remarquer, en effet, que, le ballon étant entraîné dans le même sens et avec la même vitesse que l'air ambiant, la pluie tombe toujours parallèlement à son axe.

Certains aéronautes ont une tendance à simplifier l'aérostat et à supprimer tout filet ou chemise, en suspendant directement la nacelle à l'enveloppe qui renferme le gaz : cette disposition a été surtout appliquée aux ballons dirigeables ; elle pourrait l'être aux ballons libres. Dans ce cas, l'étoffe vernie formerait, elle aussi, une surface lisse favorable à l'écoulement de la pluie, et il serait facile de constituer une gouttière au moyen d'une bande circulaire rapportée le long de l'équateur ou un peu au-dessous.

IV. — PROTECTION CONTRE LE RAYONNEMENT SOLAIRE.

La pluie n'est pas le seul agent extérieur contre lequel on ait à prémunir le ballon : l'influence du Soleil n'est pas moins néfaste. Celui-ci chauffe le gaz et le porte à une température bien supérieure à celle de l'air ambiant : les expériences de MM. Hermite et Besançon ont montré que la différence des deux températures pouvait, dans nos

climats, dépasser 30°. Cette différence serait sans inconvénient, si elle se maintenait constante ; mais il n'en est rien : par suite des inégalités du rayonnement solaire sur le ballon, elle varie à chaque instant. Or tout refroidissement se traduit par une rupture d'équilibre¹, qui provoque la descente du ballon et, par suite, une dépense de lest. Ces variations de l'échauffement du gaz sont, en définitive, la cause principale de la brièveté des ascensions. En particulier, lorsqu'on passe du jour à la nuit, le gaz tend à reprendre la même température que l'air ambiant, et il en résulte un alourdissement progressif considérable.

Il importe donc, au plus haut point, de combattre le rayonnement solaire, et c'est dans ce but que le capitaine suédois Unge a expérimenté en 1902 un ballon entièrement revêtu d'une *chemise*². Cette idée de la chemise protectrice n'est pas nouvelle ; déjà Tissandier, en 1873, écrivait : « En enveloppant l'hémisphère supérieur d'un ballon d'une mousseline blanche légère, qui, n'adhérant pas à l'étoffe, en serait séparée par une couche d'air, on protégerait ainsi le gaz intérieur des influences de réchauffement et de refroidissement³. » Mais le capitaine Unge est, sans doute, le premier qui ait mis ce système en pratique ; son ballon présente, d'ailleurs, plusieurs particularités intéressantes, se rapportant à ce que nous avons exposé plus haut. C'est un cylindre vertical terminé à sa partie supérieure par un cône aplati ; à la base du cône est une gouttière. La forme cylindrique, allongée dans le sens vertical, diminue la surface exposée à la pluie. Il n'y a pas de filet, et les suspentes qui soutiennent la nacelle sont fixées au bord inférieur du cylindre. Enfin, le ballon entier est recouvert d'une chemise de même forme, mais plus grande, et les deux enveloppes sont séparées par des boudins en étoffe gonflés d'air. L'intervalle entre la chemise et le ballon est rempli par de l'air atmosphérique, qui peut être renouvelé dans le cours de l'ascension.

Un accident assez grave a interrompu prématurément les expériences du capitaine Unge⁴ ; il se-

¹ Pour un degré de refroidissement, le gaz se contracte des 0,00367 de son volume ; si l'on appelle a le poids spécifique de l'air et V le volume du ballon, le poids de l'air déplacé diminue de $0,00367 aV$. Avec un ballon de 1.000 mètres cubes, la rupture d'équilibre est de 4 kilogs environ par degré de refroidissement ; avec un ballon de 2.000 mètres cubes, elle est de 8 kilogs.

² Nous voulons parler ici du ballon le « Swenske I », expérimenté en Suède ; le « Swenske II », construit à Paris en 1903, n'avait pas de chemise.

³ Journal *La Nature*, du 23 Août 1873.

⁴ Lors de sa deuxième ascension, le ballon a éclaté en l'air sous un excès de pression intérieure : heureusement, le fond du cylindre a formé parachute et les aéronautes en ont été quittes pour des blessures très légères. Cet accident semble dû à un vice de construction de l'aérostat : la sortie automatique du gaz sous l'effet de la dilatation n'est pas suffisamment assurée. Postérieurement, le

rait à souhaiter que l'efficacité de la chemise contre le rayonnement solaire fût de nouveau expérimentée.

V. — CONCLUSIONS.

En résumé, pour rendre possibles et pratiques les ascensions au long cours, il faut d'abord aménager convenablement la nacelle, puis se donner la faculté précieuse de choisir sa zone de navigation au moyen d'un ballonnet à air. Il faut ensuite garantir l'aérostat de la pluie et le protéger contre le rayonnement solaire, cause principale des ruptures d'équilibre.

Tels sont les points sur lesquels se porte effectivement aujourd'hui l'attention des aéronautes. Grâce à l'impulsion donnée par un certain nombre d'entre eux, entrepreneurs et actifs, grâce aussi à la science consommée et à l'expérience d'ingénieurs lancés à la recherche de ces intéressants problèmes, la question des voyages au long cours en ballon libre fait des progrès incessants. Déjà les ascensions de trente-six à quarante heures¹ n'étonnent plus personne, et l'on peut prédire que l'époque n'est pas éloignée où il paraîtra tout naturel de s'embarquer dans une nacelle pour trois ou quatre jours.

Ce sera là une nouvelle étape : ce ne sera pas la dernière. Plus tard, des méthodes perfectionnées permettront d'équilibrer le ballon et de parer aux variations passagères de sa force ascensionnelle sans perte de lest ni de gaz. Les ascensions sur stabilisateur (guide-rope à terre, flotteur en mer) nous en fournissent déjà un exemple. On peut imaginer d'autres procédés qui conservent à l'aérostat son indépendance complète du sol (hélices sustentatrices, réchauffement du gaz, emploi de l'air chaud, etc.). Nous n'entrerons pas ici dans l'exa-

men de ces systèmes¹, dont aucun n'a été encore expérimenté²; mais nous sommes convaincu qu'ils permettront d'augmenter dans de notables proportions la durée des voyages en ballon.

Certaines personnes trouveront, sans doute, que le problème de la navigation aérienne au long cours ne sera pas résolu d'une façon satisfaisante tant que l'aéronaute ne conduira pas son ballon où il voudra, tant qu'il ne pourra pas exécuter des traversées régulières entre deux points déterminés. A cet égard, il ne faut pas se bercer d'illusions : de longtemps les ballons dirigeables ne seront pas capables de fournir une longue carrière. La force ascensionnelle disponible, qui, dans les ballons libres, est utilisée sous forme de lest et qui permet précisément une sustentation de longue durée, sera, dans les ballons dirigeables, employée à soulever le moteur, le propulseur, la provision de combustible, et celle-ci sera épuisée d'autant plus rapidement que le moteur sera plus puissant et qu'on obtiendra une vitesse plus grande. Bref, s'il est permis d'espérer que, dans quelques années, certains navires aériens lutteront avec succès contre les vents modérés, on peut affirmer que cette lutte ne se prolongera pas au delà de quelques heures, au moins d'une seule traite³. Ce n'est donc pas sur eux qu'il faut compter pour exécuter des voyages de plusieurs jours.

Les vrais aéronautes s'en consolent facilement. Ce qui rend les ascensions libres si attrayantes, n'est-ce pas précisément le charme de l'imprévu, allié à une impression profonde de calme et de sécurité?

J. Voyer,

Capitaine du Génie.

¹ Voir à ce sujet : « L'équilibre de l'aérostat et les ascensions au long cours ». (*Revue de l'Aéronautique*, t. VIII, 2^e livr.)

² Nous croyons savoir, cependant, que l'emploi de l'air chaud sera essayé prochainement.

³ La plus longue étape d'un ballon dirigeable a été jusqu'ici de 2 h. 46 (évolutions du ballon Lebaudy autour de Moisson).

même ballon a exécuté une troisième ascension; les détails nous manquent sur les résultats obtenus.

⁴ L'ascension déjà citée de M. de la Vaulx du 9 octobre 1900 a duré 35 h. 45 m.; le voyage du « Méditerranéen », en 1901 (sur stabilisateur), a duré 41 heures.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Fouët (Ed.-A.), *Professeur à l'Institut catholique de Paris.* — **Leçons élémentaires sur la Théorie des Fonctions analytiques.** Deuxième partie. 1 vol. gr. in-8° de 299 pages. (Prix : 40 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1904.

En rendant compte de la première partie de cet ouvrage, nous avons déjà insisté sur les services qu'est appelé à rendre ce traité, qui est destiné à initier les étudiants aux propriétés fondamentales de la Théorie des Fonctions analytiques. Ces *Leçons* constituent pour eux un excellent guide à travers cet important domaine de l'Analyse; ils y trouveront tout ce qui est indispensable à acquérir dans une première étude et seront ensuite en état d'entreprendre, sans trop de peine, la lecture des traités et des mémoires, même les plus récents, signalés dans les nombreuses notes bibliographiques et historiques.

L'ouvrage complet est divisé en deux *Livres*. Le premier a pour objet l'étude des méthodes générales de définition et de représentation des fonctions. Les cinq premiers chapitres forment la *Première partie*, qui a été analysée dans la *Revue* du 30 janvier 1904. La *Seconde partie* débute par deux chapitres se rattachant encore au Livre I. Le premier est consacré à la définition des fonctions par des équations différentielles. L'auteur examine d'abord le cas des fonctions implicites, en supposant que les dérivées des fonctions inconnues n'entrent pas dans les équations qui définissent ces fonctions; il étudie ensuite les théorèmes d'existence relatifs aux intégrales des équations différentielles ordinaires et des équations linéaires aux dérivées partielles; puis il expose les principales propriétés des problèmes de Dirichlet. Vient ensuite un court chapitre où l'on voit, à l'aide des exemples classiques, comment des fonctions peuvent être définies par des propriétés fonctionnelles.

Le *Livre II* forme la plus grande partie de ce second et dernier fascicule; il contient la théorie des fonctions analytiques aux points de vue de Cauchy, de Weierstrass et de Riemann, présentée dans son état actuel, en tenant compte des récents travaux de MM. Picard, Poincaré, Mittag-Leffler, Hilbert, Painlevé, Hadamard, Borel, et d'autres. L'auteur examine successivement ces trois conceptions en groupant, autour de chacune d'elles, les théorèmes dont la démonstration repose sur les mêmes principes.

Se plaçant d'abord au point de vue de Cauchy, M. Fouët considère les fonctions qui sont en général uniformes, continues, et ont une dérivée continue, et il montre comment, à l'aide de la notion d'intégrale prise le long d'un contour, on peut établir les propriétés fondamentales de la théorie des fonctions.

L'auteur passe ensuite aux procédés de Weierstrass. On sait que ceux-ci permettent d'établir systématiquement la théorie des fonctions analytiques en ayant uniquement recours à des considérations arithmétiques. Sont étudiées successivement les fonctions entières, leurs propriétés, leur décomposition en facteurs primaires, les fonctions méromorphes, les fonctions analytiques uniformes dont les singularités sont dénombrables, les fonctions analytiques à plusieurs variables.

Les méthodes de Riemann sont caractérisées par le fait qu'elles font intervenir l'intuition en ayant recours à la Géométrie. Elles sont présentées en partant de la notion importante de fonction harmonique. L'auteur passe ensuite aux propriétés des fonctions analytiques

et à leurs applications à la représentation conforme, aux surfaces minima et à des problèmes empruntés à la Mécanique et à la Physique.

H. FEHR,
Professeur à l'Université de Genève.

Tétedoux (Paul) et **Franche** (Georges). — **Le Graissage industriel.** — 1 vol. in-8° de 216 pages avec 134 figures. E. Bernard, éditeur. Paris, 1905.

Le graissage, surtout avec les machines actuelles dont beaucoup tournent fort vite, est délicat et coûteux. Les principes et les données expérimentales en sont exposés dans des ouvrages fort divers, parfois trop anciens et surtout rédigés pour des ingénieurs. MM. Tétedoux et Franche se sont appliqués à mettre la question à jour et à la traiter de façon intelligible pour les petits industriels et mécaniciens.

Après avoir donné, d'ailleurs sans formules, une idée de la théorie du frottement, ils font l'historique du graissage, qui a débuté par les procédés à l'air libre, aujourd'hui souvent remplacés par le graissage sous pression, et ils étudient les diverses variétés de lubrifiants : solides, semi-fluides, liquides, avec leurs modes d'essai par l'ixomètre Barbey et l'appareil Luchaire.

Ils arrivent ensuite à la description des principaux graisseurs : petits appareils, graisseurs à charge d'eau, graisseurs par poids mort, graisseurs mécaniques, de beaucoup les plus importants et sur lesquels les auteurs s'étendent longuement. Cette partie de l'ouvrage se termine par l'étude des filtres à huile, et par deux chapitres consacrés au graissage particulier des locomotives et à celui des automobiles, tout spécialement actuel.

Dans une cinquième partie sont décrits les paliers des arbres de transmission (à garniture de métal anti-friction, à rouleaux, à graissage par rotins), les paliers de butées d'hélice et les paliers d'arbres moteurs.

Dans une sixième et dernière partie, on trouvera les précautions qu'il convient de prendre contre les accidents qui peuvent se produire à propos du graissage ou du contact avec les transmissions. Ces précautions sont extraites d'une instruction, publiée par l'Association des industriels de France, contre ces accidents du travail, qui sont tant à l'ordre du jour.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Berget (A.), *Docteur ès sciences.* — **Physique du Globe et Météorologie.** — 1 vol. in-8° de 365 pages avec 128 figures et 14 cartes. (Prix : 15 fr.) Masson et Co, éditeurs. Paris, 1905.

Quand mon éminent collègue M. de Lapparent présenta cet ouvrage à l'Académie des Sciences, il fit remarquer, d'abord, que ce livre comblait une lacune dans le programme de notre enseignement, et, en second lieu, qu'il la comblait de la façon la plus heureuse, étant donnée la remarquable clarté qui en est la caractéristique.

À la lecture du livre, cette appréciation se confirme au delà de toute attente. Il est, en effet, impossible, à mon sens, de présenter avec plus de clarté, plus de précision, plus d'élégance en même temps, cette histoire de la Terre, que M. Berget enseigne depuis cinq ans aux élèves de la Faculté des Sciences, dans le Laboratoire du Professeur Vélain, et qu'il a réunie en volume, à la demande de ses anciens auditeurs.

L'ouvrage expose la Physique du Globe dans ses trois

parties, c'est-à-dire Physique de la Terre prise dans son ensemble, Physique de l'Océan, Physique de l'Atmosphère.

La Physique de la Terre est présentée d'une façon qui en fait ressortir tout l'intérêt et qui en précise les points essentiels : loi de l'attraction immuable, mesure de la masse de la Terre, de sa forme par la double méthode de la Géodésie et du Pendule; courants électriques qui la parcourent, et, enfin, mouvements lents et rapides qui en agitent l'écorce.

La Physique de l'Océan comprend les constantes de la mer, l'étude de ses mouvements rythmiques : houles et marées, et enfin celle des mouvements de translation dont ses eaux sont animées, c'est-à-dire des courants marins, dont le Gulf Stream est le plus remarquable exemple.

Quant à la Météorologie, on peut dire, sans crainte d'être taxé d'exagération, que cette partie du livre est absolument remarquable: remarquable par les idées générales qui y sont émises, remarquable par la méthode d'exposition, remarquable par l'unité avec laquelle les différents phénomènes de l'atmosphère sont reliés les uns aux autres.

Dans son exposé de la Météorologie, l'auteur ne s'est pas perdu dans les détails : il a su, au contraire, ce dont il faut le louer sans réserve, faire ressortir des grandes lignes dans une science que l'on considérait comme inextricable, et il l'a fait avec une merveilleuse clarté. Prenant pour point de départ les lois de la Mécanique et le théorème des accélérations, il a montré que, de la connaissance de ces lois, de l'étude des conditions géographiques, on pouvait prévoir les lois qui régissent les mouvements des masses aériennes, ce qui est infiniment plus rationnel que de se borner à les apprendre. Il a, de plus, montré le lien indissoluble qui unit la Physique de l'Atmosphère à la Géographie, et ce n'est pas un de ses moindres mérites.

Aussi ce livre a-t-il valu à son auteur les appréciations les plus flatteuses. Au premier rang de celles-ci, il convient de placer celle de l'illustre géographe viennois, le « Professeur Suess, l'auteur de ce livre admirable, traduit dans toutes les langues, qui s'appelle : *la Face de la Terre* ». Le Professeur Suess, dans une longue lettre, a félicité M. Berget de son travail et de la clarté merveilleuse avec laquelle il avait exposé ces difficiles questions. Des géographes, des marins en grand nombre (et des plus illustres) ont également dit la valeur de ce livre, qui ne saurait manquer d'être traduit dans toutes les langues, tant il est clair et précis. J'ajouterai que l'exécution matérielle en est parfaite et que des cartes, habilement gravées et nettement tirées, ajoutent leurs qualités démonstratives à celle du texte, dont elles précisent les explications.

Il est à désirer que les matières contenues dans l'ouvrage de M. Berget soient enseignées officiellement à notre Université de Paris, la seule du monde où nulle chaire n'y est affectée, et, pour cela, que les conférences de M. Berget soient, par une consécration officielle qui ne saurait tarder, affirmées comme faisant partie intégrante de notre enseignement supérieur français. D'ailleurs, l'Académie des Sciences, qui vient de couronner l'ouvrage, a, pour ainsi dire, matérialisé l'expression de ce désir, en donnant à son auteur la plus haute des approbations.

E.-H. AMAGAT,
Membre de l'Institut.

Amaduzzi (Lavoro). — Il Selenio. — 1 vol. in-8° de 142 pages avec 19 figures. (Prix : 3 lire.) N. Zanichelli, éditeur. Bologne, 1905.

A mesure qu'on y regarde de plus près, on s'aperçoit qu'un corps quelconque est susceptible d'aspects multiples, ce qui contrarie certaines idées anciennes sur la constitution de la matière, et diminue singulièrement la portée des systèmes actuellement à la mode pour représenter la constitution intime des molécules. Nous savons qu'il existe au moins deux états du fer et de ses oxydes, de manière presque aussi certaine qu'on connais-

sait depuis longtemps les aspects multiples du carbone.

Le sélénium est un des éléments dont les formes sont le plus anciennement connues, et, grâce à une circonstance particulière, il n'a rien perdu de sa singularité à se trouver depuis en nombreuse compagnie. Il occupe toujours une place à part, qu'il doit à cette double circonstance : d'abord, qu'il est susceptible d'être instantanément modifié sous l'influence de la forme d'énergie que nous considérons habituellement comme la plus faible, la lumière, et surtout, ensuite, que la modification disparaît avec le rayon lumineux qui l'avait fait naître.

Cette propriété, qui a immédiatement trouvé son application dans le photophone, a été l'objet d'un nombre considérable de travaux : ce sont ceux qui sont résumés dans ce petit volume, bien à sa place parmi les « *Actualités scientifiques* ». Le sélénium est en effet d'aujourd'hui... et de demain, car, si l'explication de ce qu'on sait est encore à trouver, ce qu'on sait appelle une suite : après avoir obtenu la reproduction du son, on vise à transmettre les images. C'est sur l'état de réalisation de ce rêve, auquel les récentes expériences de Korn paraissent donner une réalité, que se ferme le livre de M. Amaduzzi.

L'ouvrage, qui ne traite que des propriétés physiques du sélénium, se divise en six chapitres, d'intérêt très inégal. Le premier (41 pages) résume ce qu'on sait sur les modifications allotropiques stables : forme cristalline, densité, fusion, ébullition, dilatation, conductibilité, dispersion, pouvoir thermoélectrique, pouvoir rotatoire, magnétisme.

Le chapitre II (31 pages) traite de la variation de résistance électrique avec l'illumination, la température, etc.

Le chapitre III (14 pages) renferme ce qui a trait à l'influence de la lumière sur la force électromotrice de contact.

Le chapitre IV (10 pages) concerne les piles au sélénium.

Le chapitre V (7 pages) serait bien court, si on oubliait qu'il s'agit d'un livre de vulgarisation. En si peu de pages, l'auteur ne peut étudier de manière suffisante les causes des phénomènes exposés sous les titres II et III. Le dernier chapitre (22 pages) est un résumé des principales applications du sélénium.

Ce petit livre est capable d'intéresser, par sa clarté, tous ceux qui veulent connaître où en est la question du sélénium et de la phototéléphonie.

L'auteur n'a néanmoins pas voulu que son labeur fût perdu pour les savants que tenterait l'étude de cette capricieuse sensitive qu'est le sélénium; il a placé, à la fin de son livre, une bibliographie, à laquelle renvoie d'ailleurs le texte pas à pas : elle comporte 99 numéros, et s'étend jusqu'à mai 1904.

R. METZNER,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Dijon.

3° Sciences naturelles

Gervais-Courtellemont. — Voyage au Yunnan. — 1 vol. in-16, de XIII-295 pages, avec 23 gravures et 2 cartes. (Prix : 3 fr. 50.) Plon-Nourrit et Co, éditeurs, Paris, 1904.

Cet ouvrage est le journal de route résumé de la double tournée accomplie au Yunnan, en 1902 et 1903, par M. et M^{me} Gervais-Courtellemont. Les résultats géographiques et économiques en étaient déjà connus par plusieurs conférences, communications ou articles de l'explorateur, et ils avaient été mis en pleine valeur par la belle exposition de produits, d'objets et de photographies faite à l'Office Colonial. Le volume publié l'an dernier par la librairie Plon n'en a pas été moins bien accueilli; car l'on y trouve, à côté de l'exposé vivant de très nombreux faits, en grande partie nouveaux, cet accent de foi en notre avenir colonial, cet esprit d'activité hardie et simple, que connaissent à l'auteur tous ceux qui l'ont entendu.

Les deux itinéraires parcourus par M. et M^{me} Gervais-

Courtellement les ont d'abord conduits de Lao-Kaï, à travers tout le Yunnan oriental, par Mong-Tseu et Yunnan-Sen, jusque dans le Sétchouen, puis de la frontière sino-birmane (Momein) à Tali-Fou, et de nouveau à Yunnan-Sen et à Lao-Kaï. C'est pendant ce second trajet que les explorateurs se sont courageusement détournés vers le Nord, pour aller reconnaître, dans le pays de haut relief du Yunnan tibétain, la boucle allongée et étroite que décrit le Yang-Tseu, entre Likiang-Fou et Yunlin-Fou. Ils y ont découvert un énorme pli montagneux (avec des sommets de plus de 4.000 mètres), contourné par le fleuve Bleu, et dont M. Gervais-Courtellement a le premier dressé l'esquisse cartographique.

Bien que ce voyage ait eu surtout un but commercial et ethnographique, la relation en abonde en intéressants aperçus de Géographie physique. Elle confirme d'abord, une fois de plus, l'allure du relief entre Bhamo et Tali-Fou, succession de plis parallèles dirigés du Nord au Sud, tellement pressés les uns contre les autres, et si aigus, que les communications transversales (par des cols de 4.600 à 2.000 mètres) y sont d'une désespérante lenteur, et que les Anglais ont dû provisoirement renoncer à tracer jusqu'à la Salouen le prolongement de leur chemin de fer birman. C'est le lac de Tali-Fou et le cours du Mékong au sud de ce point qui marquent la limite occidentale des grandes rides méridiennes issues du Tibet; mais la même direction, différente de celle du Song-Koï, se remarque encore dans la forme allongée des bassins lacustres de Yunnan-Sen et dans le relief qui les entoure. — A un autre point de vue, M. Gervais-Courtellement a noté de la façon la plus heureuse les oppositions de climat et, par conséquent, de végétation et de cultures qui existent partout, au Yunnan, entre les vallées, aussi profondes que régulièrement dessinées, et les chaînes ou bassins élevés. On se rend ainsi compte de la pénétration du climat tropical de mousson jusqu'à l'intérieur même du relief tibétain, et l'on s'explique en même temps le fait géographique essentiel de la variété des produits de cette province, qui est, avec la grande quantité des ressources minérales, une promesse d'avenir. Vers le Song-Koï yunnannais, situé directement sous le tropique, c'est seulement à 2.000 mètres, dans la montée de Man-hao à Mong-Tseu, que disparaît peu à peu la flore des terres chaudes et humides, dont les derniers représentants sont les lataniers et les indigotiers. Du côté de la Birmanie, les vallées sont encore occupées à 750 mètres par la flore et, exceptionnellement, par les cultures de l'Océan Indien; à cette altitude, le synclinal encaissé de la Salouen, « vallée de Mort », perpétuellement plongée dans une brume chaude, a encore les jungles de rhododendrons et de bambous des couloirs birmanes et himalayens. Enfin, dans la vallée du haut Yang-Tseu, si les orangers se montrent à 750 mètres, il faut descendre jusqu'à 450 mètres environ pour retrouver les champs de cannes et de cotonniers. L'aspect du Yunnan, en dehors des vallées diffère, d'ailleurs, sensiblement d'un endroit à l'autre: dans « quelques parties sèches » des plateaux, les orangers, les cactus, abritant des maisons en pisé, font penser aux hautes plaines de l'Atlas méditerranéen (Tlemcen, par exemple), tandis que, sur les bassins lacustres voisins de 2.000 mètres, comme celui de Yunnan-Sen, on observe, non seulement le mélange des végétaux méditerranéens et tempérés d'Europe (les lentisques et les orangers, à côté des châtaigniers, des pêchers et des pruniers; le tabac, le pavot et la pomme de terre, à côté du riz), mais encore une précocité des récoltes qui permet de faire une première moisson en mai. Dans le Yunnan tibétain, les pâturages de montagne et les belles futaies de sapins et de cèdres montent jusqu'à plus de 4.000 mètres, richesse malheureusement sans emploi, faute de moyens de communication.

Au point de vue économique, M. Gervais-Courtellement a étudié en détail les marchés et les principaux centres de production agricole et industrielle du Yunnan.

Il a réuni un grand nombre d'observations nouvelles sur Tong-haï, Yunnan-Sen, Thao-Ting-Fou, Tali-Fou. Ce qui frappe le lecteur, c'est la très grande variété dans ce pays des ressources naturelles (minières surtout), en même temps que des modes de l'activité humaine. Et pourtant on a presque à chaque page l'impression nette qu'au milieu de leurs richesses, et malgré leur travail, les habitants demeurent pauvres. Ils le sont évidemment à cause des lenteurs et des difficultés du commerce, qui leur interdisent la plupart des échanges indispensables, par des sentiers souvent dangereux, où ne circulent que des mulets, des bœufs porteurs; certains de ces chemins ne sont même praticables qu'aux hommes. Bien qu'il se soit établi par la force des choses des courants de trafic, convergeant vers Tali-Fou et Yunnan-Sen, on ne peut guère transporter que des produits légers, précieux et faciles à conserver. Les minerais n'accomplissent pas en général de longs voyages; ce qui circule le plus et le plus loin, ce sont les médecines, le musc, les pelleteries, le jade, le thé de Pou-eul, et principalement l'opium du pays, renommé dans toute la Chine. Les Tibétains ont cinquante jours de marche à faire dans la montagne pour arriver à Tali-Fou. Il ne paraît pas discutable, dans ces conditions, que l'établissement de voies de communications au Yunnan ne soit destiné à inaugurer le véritable développement du pays, et à y bouleverser d'abord les conditions de l'existence.

L'auteur a raison de répéter que ce sera tout bénéfique pour le Tonkin et pour la Birmanie, — lieux obligatoires de transit, — et il s'attache à déterminer les domaines futurs du commerce birman et tonkinois, au Yunnan. Le premier sera évidemment le moins considérable, car l'achèvement du chemin de fer français de Laokaï à Yunnan-Sen nous ouvrira le centre même du pays. Mais la route de Talifou à Bhamo gardera de l'importance, et la vice-royauté des Indes y fait aménager les ponts et les passages difficiles, en attendant de reprendre les projets de voie ferrée; les consuls anglais paraissent même, d'après l'ouvrage de M. Gervais-Courtellement, plus actifs, plus adroits et mieux vus au Yunnan que certains des nôtres.

Il ne faut pas se dissimuler, d'ailleurs, que le pays sera longtemps avant de se relever des ruines accumulées par la répression de la révolte musulmane de 1870. Ceux des travailleurs musulmans qui n'ont pas disparu ne figurent plus que par groupes de familles éparpillées dans les villes ou leur voisinage, et, si la population rurale des Lolos soutient encore la production agricole, beaucoup de centres urbains, marchés et foyers d'industrie à la fois, ont perdu presque toute leur ancienne activité. On lit dans ce volume de lamentables descriptions des ruines de Kouan-y (tombée de 40.000 habitants à quelques centaines), de Tali-Fou et, d'une façon générale, de presque toutes les villes, au moins dans certains quartiers. L'air de labeur et de prospérité du Sé-Tchouen, épargné par la guerre, constitue une opposition frappante entre les deux provinces. C'est un changement à vue, quand on traverse la frontière. Malheureusement, M. Gervais-Courtellement semble exagérer en écrivant que le Sé-Tchouen est appelé à entrer dans la zone d'attraction du Tonkin par le Yunnan.

Le problème de la colonisation française en Indochine est, d'ailleurs, lié à la géographie du Yunnan autrement que par des considérations d'échanges commerciaux. Cette province, riche en bétail, peut être notre base de ravitaillement, et elle peut offrir à nos colons des sanatoria. Mais notre force de résistance s'en trouvera-t-elle beaucoup augmentée, en cas d'attaque? A ce point de vue, un grand inconnu subsiste, quoi qu'en espère l'auteur: ce sont les dispositions envers nous des Annamites, qui sont certainement travaillés, malgré tous les services que la France leur a déjà rendus, par les événements d'Orient et par l'immigration jaune.

J. MACHAT,
Agrégé de l'Université.

4° Sciences médicales

Calmette (A.), Membre correspondant de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Directeur de l'Institut Pasteur de Lille, et **Breton (M.)**, Chef de clinique médicale à la Faculté de Médecine, Assistant à l'Institut Pasteur de Lille. — **L'Ankylostomiase : maladie sociale (Anémie des mineurs)**. Biologie, clinique, traitement, prophylaxie. — 1 vol. in-8° de 240 pages avec figures. (Prix : 5 fr.) Masson et C^e, éditeurs. Paris, 1905.

Ce livre s'adresse à la fois aux médecins et aux ingénieurs de charbonnages.

Les médecins trouveront dans la première partie, plus spécialement médicale, tout ce qui concerne l'histoire classique de l'ankylostomiase : l'histoire et la distribution géographique de l'ankylostomiase, la biologie de l'ankylostome et l'étude de son développement, les modes de contagion et d'infestation, l'évolution de la maladie, avec ses symptômes, ses formes cliniques, ses modes de terminaison, le diagnostic par l'examen microscopique des matières fécales, les lésions anatomiques produites par le parasite, et le traitement de l'infection.

Les ingénieurs liront surtout avec intérêt les deuxième et troisième parties, où les auteurs ont exposé les mesures prophylactiques à prendre pour la protection des mineurs, les procédés d'assainissement des mines infestées, l'éducation prophylactique de l'ouvrier, le fonctionnement du service médical des mines, des caisses de secours et des dispensaires d'hygiène sociale. On y trouvera les documents relatifs à la lutte contre l'ankylostomiase en Allemagne, en Belgique et en France.

Ce livre est d'une actualité pleine d'intérêt; il est, en outre, très consolant pour nous, car il montre que, si l'ankylostomiase existe en France, le mal est loin d'y atteindre la même gravité qu'en Belgique et en Allemagne.

M. LABBÉ,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

5° Sciences diverses

Masson (Paul), Professeur à l'Université d'Aix-Marseille. — **Ports francs d'autrefois et d'aujourd'hui**. — 1 vol. in-8° de 463 pages, avec une série de plans. (Prix : 7 fr. 50.) Hachette et C^e, éditeurs. Paris, 1904.

C'est en 1896 que la question des ports francs a commencé à préoccuper sérieusement l'opinion. Les Chambres syndicales, commerciales et industrielles de France, et les Chambres de commerce françaises de l'Étranger, réunies en Congrès, à Paris, émettaient le vœu : « Que les ports ou partie des ports de Dunkerque, le Havre, Bordeaux, Marseille et un emplacement à déterminer dans Paris, ou sa banlieue, soient constitués ports francs, à l'exemple de ce qui existe en Allemagne, en Autriche, en Italie et en Danemark ». Depuis, l'idée a été reprise, notamment par la Commission extra-parlementaire instituée au Ministère du Commerce pour étudier les moyens de venir en aide à notre marine marchande, et, dès lors, elle a fait l'objet de nombreux rapports, vœux et discussions, au sein des institutions intéressées. Enfin, un projet est actuellement soumis aux Chambres. Cette question a, d'ailleurs, une portée très étendue. L'Algérie et la Tunisie s'en occupent également, et à l'Étranger, en Italie, en Norvège, en Espagne, en Belgique, ce problème n'est pas étudié avec moins d'ardeur. Ce qui montre encore l'importance des ports francs, c'est que, dans le passé, ils ont été longuement et assez souvent expérimentés, mais seulement à l'époque relativement récente où les organisations politiques et économiques étaient suffisamment perfectionnées. L'institution est donc moderne. Le port franc a fait son apparition en même

temps que les grandes monarchies, lorsque les systèmes douaniers se sont établis.

Par ses travaux antérieurs sur le Commerce français dans le Levant au xvii^e siècle et dans l'Afrique barbaresque, M. P. Masson était bien préparé pour écrire la partie historique de cet ouvrage, surtout en ce qui concerne Marseille. Il nous semble que c'est bien là le genre d'une partie des recherches auxquelles peuvent se livrer les professeurs de nos Universités, et en particulier de nos Universités provinciales : la science pure ne perd pas ses droits, et la pratique retrouve les siens. C'est un principe général, applicable dans tous les domaines et dont l'inobservation nous a nui beaucoup au point de vue industriel. Le commerce ne saurait pas plus s'en passer; les méthodes scientifiques l'ont dédaigné bien à tort et tout à son détriment. Les ouvrages de M. Masson marquent un pas en avant dans cette voie; nous souhaitons vivement que cet auteur soit suivi et les recherches commerciales de ce genre continuées.

La partie historique du livre s'étend à Marseille, Bayonne, Dunkerque, Lorient, Saint-Malo, Cette, ainsi qu'aux ports italiens de Nice, Gènes, Civita-Vecchia, Ancône, Messine, Livourne, et à quelques ports coloniaux. La plupart de ces franchises disparurent au cours du xix^e siècle; la centralisation des États de l'Europe ne s'accommodait pas de cet état d'exception, et l'apparition du libre-échange en rendait l'utilité moins immédiate. A aucun moment, cependant, il n'y eut disparition complète, car les nouveaux ports francs apparaissent avant que les anciens aient été supprimés. Mais c'est une ère nouvelle qui commence : « Ou bien ce sont d'autres ports qui ont obtenu ces franchises, ou bien les ports d'autrefois qui les ont conservées ont vu leur régime profondément modifié. Les ports francs de l'ancien régime, étendus au territoire entier d'une ville, ont fait place aux zones franches limitées à une partie des bassins d'un port. Ce n'est pas seulement l'espace qui a été mesuré, mais aussi les libertés. Au protectionnisme atténué et mitigé d'aujourd'hui correspondent des franchises plus restreintes qu'autrefois. »

Tandis que c'était la Méditerranée qui possédait autrefois le plus grand nombre de ports francs, ce sont actuellement les pays du Nord qui en offrent le plus d'exemples. L'Allemagne, principalement, en est devenue la terre classique. L'auteur étudie ceux de Hambourg, Brême, Geestemünde, Brake, Stettin, Neufahrwasser, Emden, puis ceux de Copenhague et de Kola. Et c'est ensuite le tour de Gènes, Trieste, Fiume et de quelques ports francs coloniaux, tels que Gibraltar, Malte, Singapoor, Hong-Kong, Saint-Thomas (Antilles), et ceux plus récents d'East-London, Zanzibar et Batoum. Un tel ouvrage comportait évidemment une conclusion importante. M. Masson a dégagé très justement, à notre sens, les leçons du passé et du présent : il expose d'abord les avantages des franchises pour les ports, les place en regard des intérêts nationaux et en décrit l'organisation. Ce sont les idées que nous avons déjà exposées aux lecteurs de cette *Revue* et qu'ils retrouveront dans la conclusion très mûrie et parfaitement scientifique du livre : « Les ports francs ne sont pas la panacée rêvée par des gens d'imagination pour nous tirer de notre torpeur économique; il n'existe pas de panacée de ce genre. Ceux qui préconisent l'efficacité plus grande de l'amélioration de nos voies de communication, de l'abaissement de nos tarifs de transports, du perfectionnement de l'outillage de nos ports, n'ont pas tort. Mais ces progrès ne s'excluent pas; nos hommes d'État seraient des politiques à bien courte vue et le pays bien à bout de ressources, si nous ne pouvions pas les poursuivre en même temps. L'institution des zones franches est facile à réaliser; elle peut être rapide et sans grandes dépenses. Elle peut être féconde, si on en fait l'essai avec prudence. La question a été mûrement étudiée, il est temps de la résoudre. »

PIERRE CLERGET,

Professeur à l'École de Commerce du Loct.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 Juillet 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. H. Padé** communique ses recherches sur la convergence de la table des réduites d'une fraction rationnelle. — **M. J. Bousinesq** calcule l'action mutuelle des anneaux juxtaposés constituant un tuyau et l'influence de cette action mutuelle sur la propagation des ondes liquides dans le tuyau.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. P. Garrigou-Lagrange** a mis en évidence les mouvements généraux de l'atmosphère par projection de bandes cinématographiques obtenues par la superposition des situations barométriques successives sur l'Europe et sur l'Amérique du Nord. — **M. M. Chanoz** montre que la force électromotrice des chaînes liquides séparées par des membranes dépend, entre autres, de l'action prépondérante de certaines substances contenues en faible quantité dans la dissolution ou ayant agi antérieurement sur la membrane. — **M. P. Weiss** étudie l'hystérèse d'aimantation de la pyrrhotine. Lorsque le champ est assez intense pour que l'aimantation décrive le cercle de saturation tout entier, l'hystérèse devient nulle. — **M. L. Pigeon** : Sur un stéréoscope dièdre à grand champ, à miroir bissecteur (Voir p. 714). — **M. C. Camichel** a vérifié par de nouvelles expériences que l'intensité de la lumière émise par fluorescence est proportionnelle à l'intensité de la lumière excitante et que le coefficient d'absorption d'un corps fluorescent ne varie pas au moment de la fluorescence. — **M. O. Boudouard** a constaté que la présence de vapeur d'eau n'a aucune influence sur la réduction de l'anhydride carbonique par le charbon à haute température. — **M. A. Duboin**, en faisant réagir l'oxyde de zinc sur la silice dissoute dans KF fondu, a obtenu des silicates doubles $K^2O.6ZnO.4SiO^2$ et $8K^2O.9ZnO.17SiO^2$. — **M. R. Boulouch**, en faisant agir la lumière solaire sur un mélange d'I et de P dissous dans CS_2 , a obtenu un sous-iodure de phosphore P^4 . L'action catalytique de l'iode dans la transformation allotropique du phosphore s'explique par la formation intermédiaire de ce composé. — **M. L. Quennessen**, en traitant à chaud l'azotite double d'iridium et potassium par HCl dilué, a obtenu par refroidissement un iridochloronitrite de potassium $Ir^3Cl^{16}(AzO^2)^8K^{12}.4H^2O$. — **MM. A. Seyewetz et Bardin**, en faisant réagir le sulfite de soude sur l'éthanal à l'état concentré, ont obtenu divers produits, en particulier l'aldéhyde crotonique. — **M. F. Bidet** a étudié l'équilibre chimique du système gaz ammoniac-chlorhydrate d'amylamine primaire. — **MM. P. Sabatier et A. Mailhe** ont constaté que les chlorures anhydres des métaux divalents agissent catalytiquement, à partir de 260°, facilement vers 300°, pour dédoubler les dérivés monochlorés forméniques primaires en HCl et carbure éthylénique correspondant. — **MM. L. Guignard et J. Houdas** estiment que le glucoside cyanhydrique qu'ils ont trouvé dans les feuilles de sureau noir est de l'amgdaline. — **M. G. Tanret** a isolé la gentiine, glucoside peu soluble qui accompagne la gentiopicroine; elle fond à 274° et se dédouble, par hydrolyse, en glucose, xylose et gentiannine $C^{14}H^{19}O^6$, F. 223°. — **MM. Ch. Moureu et A. Valeur**, en appliquant à la spartéine la méthode d'Hofmann, ont obtenu les hydrates de méthyl-, diméthyl- et triméthylspartéinium, bases tertiaires non saturées, réduisant énergiquement le permanganate.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. H. Guillemillot** a étudié

le diaphragme par l'orthodiascopie; les variations dans les chiffres de l'incursion à droite et à gauche ont généralement une signification pathologique. — **M. G. Kuss** a constaté que les combustions intra-organiques, mesurées par les échanges respiratoires, ne sont pas sensiblement modifiées par un séjour prolongé à une altitude de 4.350 mètres. — **M. Ch. Répin** a fait des expériences de lavage mécanique du sang au moyen d'un appareil qui permet d'extraire le plasma d'un animal vivant sans le priver de ses globules sanguins. — **M^{lle} M. Stefanowska** a étudié la croissance en poids du poulet; elle est sensiblement la même dans les deux sexes; mais, chez la poule, elle devient irrégulière lorsque la ponte apparaît. — **M. C. Phisalix** a constaté que les œufs d'abeille renferment environ 0,001 milligramme de venin semblable à celui de l'insecte; toutefois, le poison convulsivant est moins abondant que la substance phlogogène et le poison paralysant. — **M. F. Marceau** a constaté que les muscles adducteurs des Acéphales sont formés de deux parties: l'une, vitreuse, destinée à produire principalement du travail dynamique; l'autre, nacrée, destinée à produire du travail statique. — Le même auteur a étudié la structure des muscles du manteau des Céphalopodes en rapport avec leur mode de contraction. — **M. H. Coutière** a reconnu que les Euphocytes abyssaux possèdent un mode de développement insoupçonné, comparable, par sa durée à l'état de larves pélagiques, à celui des Pénéides. — **M. S. Leduc** a réalisé une cellule artificielle en laissant tomber, dans une solution étendue de sulfate de cuivre, une goutte de solution de saccharose contenant des traces de ferrocyanure de potassium. Cette cellule bourgeoine comme une cellule en germination. — **M. P. Ledoux** a reconnu que les racines latérales nées par suite de lésions pratiquées avant le semis sur la racine se distinguent par une structure différente de celle des racines témoins et par le retard ou l'absence des formations secondaires.

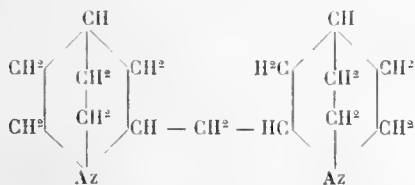
Séance du 31 Juillet 1905.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de **M. E. Bichat**, correspondant de l'Académie.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. A. Demoulin** applique à la théorie des surfaces et des enveloppes sphériques les méthodes de la Géométrie anallagmatique. — **M. P. Boutroux** étudie les propriétés d'une fonction holomorphe dans un cercle où elle ne prend pas les valeurs 0 et 1. — **M. A. Buhl** signale une série nouvelle de polynômes, présentant des propriétés dignes d'attention. — **M. de Sparre** étudie les exemples où les lois du frottement de glissement, appliquées sans transition à partir d'un instant initial, conduisent, d'après **M. Painlevé**, à une impossibilité ou à une indétermination, et montre que l'impossibilité peut être levée et que l'indétermination n'est qu'apparente. — **M. Loewy** développe les divers systèmes de formules permettant de déduire les positions de deux couples d'arêtes destinés à l'évaluation de la réfraction à diverses hauteurs d'après la nouvelle méthode qu'il a récemment exposée. — **M. Ch. Frémont** montre que le poinçonnage et le brochage n'ont pas d'effet nuisible sur l'acier non fragile, mais qu'ils sont toujours dangereux sur un métal fragile. — **M. G. Charpy** montre que le rivetage n'améliore la qualité du métal des rivets que si celle-ci était initialement défectueuse; mais il peut aussi se produire une détérioration.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. E. Bouty** a constaté que la différence de potentiel totale entre les deux extrémités d'une colonne gazeuse traversée par l'effluve

ne dépend que du produit de la pression par l'épaisseur, ou encore elle ne dépend que de la masse gazeuse intéressée par la décharge. — **M. G. Ferrié** décrit un détecteur d'ondes hertziennes constitué par le contact imparfait d'une pointe métallique et d'un électrolyte. — **MM. A. Cotton** et **H. Mouton** ont vérifié l'existence du phénomène de Majorana sur le vieux fer Bravais. La biréfringence magnétique paraît liée à la présence des granules colloïdaux. — **MM. G. Laudet** et **L. Gaumont** présentent un mégaphone, appareil amplificateur des sons, où les vibrations destinées à être amplifiées sont transmises à une flamme convenablement agencée. — **MM. G. Bertrand** et **J. Lecarme** montrent qu'au voisinage du point critique les solides sont solubles dans les gaz et les vapeurs. Ils ont pu constater le fait sur une solution aqueuse de bichromate de potasse et une solution alcoolique d'alizarine. — **M. Kohn-Abrest**, en chauffant l'aluminium en poudre dans un tube ouvert à ses deux extrémités, a constaté une augmentation de poids allant jusqu'à 59 %, et qui correspond sensiblement à un sous-oxyde AlO . — **M. Alb. Colson** a étudié les variations de la fonction basique dans les sels de chrome. — **MM. Ch. Moureu** et **A. Valeur** concluent, de l'ensemble de leurs recherches sur la spartéine, que cet alcaloïde possède la constitution :



— **M. G. Baudran** a constaté que le chlore, le brome, l'iode et leurs composés peuvent agir à la façon d'oxydases végétales et animales en transportant l'oxygène de l'air sur le gaïcol avec formation de tétragaïcoquinone. — **MM. P. Sabatier** et **A. Mailhe** ont constaté que la cyclohexanone et les dérivés analogues, réagissant sur les composés halogénés organo-magnésiens, fournissent les hexanols correspondants et le carbure éthylénique correspondant à l'organo-magnésien. — **M. C. Spiess** a observé que les cellules péritonéales de la sangsue accumulent, à la façon des cellules hépatiques, un pigment analogue, sinon identique, aux pigments biliaires des Vertébrés.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Laveran** a trouvé, chez les Gerboises du Soudan et de Tunisie, un hématozoaire endoglobulaire qu'il décrit sous le nom d'*Hæmoprogarina Balfouri*. — **M. P. Choffat** signale l'existence d'un pli-faïlle et de chevauchements horizontaux dans le Mésozoïque du Portugal. — **M. G. M. Murgoci** montre l'existence d'une grande nappe de recouvrement dans les Carpathes méridionales. — **M. A. Lodin** montre que certain amas blendeux doivent leur origine à la circulation descendante des eaux atmosphériques qui dissoudraient les éléments métalliques contenus dans des roches préexistantes et les laisseraient ensuite précipiter dans des vides inférieurs.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 23 Juillet 1905.

M. A. Pinard présente un Rapport sur une Note du **D^r Variot** relative aux causes de la faible mortalité infantile dans la ville industrielle du Creusot. De 1893 à 1902, le taux de la mortalité infantile a été en moyenne de 11,04 %, chiffre bien inférieur à la moyenne de la France (16 %) et surtout à celle des grands centres manufacturiers (20,8 %). La raison de ce fait doit être attribuée : 1^o à l'amélioration incessante du milieu où vivent les ouvriers, par l'hygiène des logements et la salubrité de la ville; 2^o à l'élévation des salaires aux ouvriers, permettant aux femmes de se consacrer libre-

ment à leur mission maternelle; 3^o à l'assurance d'une assistance médicale et pharmaceutique large et gratuite. Le rapporteur considère le deuxième facteur comme prépondérant. — **MM. A. Poncet** et **X. Delore** présentent douze observations de cancer de l'estomac traitées par la pyloréctomie ou la gastrectomie. Ils concluent ainsi : Tout cancer présumé de l'estomac exige, à une date aussi rapprochée que possible, une laparotomie qui aura d'autant moins de chances d'être uniquement exploratrice qu'elle aura été pratiquée à une époque plus rapprochée de la maladie. A moins de contre-indications locales, qui alors pourront être considérées comme exceptionnelles, cette laparotomie sera suivie d'une résection plus ou moins étendue de l'estomac cancéreux. — **M. Lancereaux** montre que l'albuminurie observée chez les diabétiques est loin d'avoir toujours la même signification pathologique; si, dans quelques cas, elle peut conduire rapidement à la mort, dans d'autres cas elle n'a pas plus de gravité que la glycosurie, avec laquelle il arrive parfois de la voir alterner. L'auteur propose, pour cette forme, la dénomination de diabète albumineux. — **MM. Calmette, François** et **Breton** confirment, par des expériences, la toxicité du chlorure de sodium pour les larves d'ankylostomes; mais ils montrent que l'influence du sel ne s'exerce d'une manière réellement efficace et rapide qu'à une concentration élevée. — **MM. Moutier** et **Louise** : Contribution à l'étude thérapeutique du mercure-phényle. — **M. Cautru** : Le massage précordial dans les affections du cœur.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 22 Juillet 1905.

MM. R. Lépine et **Boulud** ont constaté que l'injection d'une macération de pancréas au chien produit, mais au bout de vingt-quatre heures seulement, de l'hypoglycémie et une forte exagération du pouvoir glycolytique du sang. — **MM. E. Laguesse** et **A. De beyre** montrent que le grain de *Cl. Bernard* n'est pas formé de trypsine achevée, ni de préferment, mais d'une substance albuminoïde spéciale, capable de donner lentement, par une sorte de fermentation, du ferment trypsinique. — **M. A. Cligny** a trouvé sur un jeune sprat un copépode parasite du genre *Lernænicus*, fixé à 1 millimètre en arrière de l'angle supérieur de la fente operculaire gauche. — **MM. L. Garrelon** et **J. P. Langlois** ont observé sur un chien chloralisé une polypnée thermique à type périodique, la fréquence des respirations passant alternativement par un minimum de 360 et un maximum de 510 par minute. — **M. P. Wintrebert** a reconnu que, dans la queue des Urodèles, tous les métamères nerveux commencent par être terminaux; à ce moment, ils fournissent à la pointe sa sensibilité. — Le même auteur a constaté que, chez les larves d'Anoures dont le développement est transitoire, le développement des métamères nerveux et de la moelle caudale s'arrête avant le milieu de la queue; plus de la moitié de celle-ci est donc privée de centres réflexes. — **M. A. Laveran** a trouvé dans des grenouilles du Transvaal de grandes hémogrégarines, qu'il décrit sous les noms de *H. Theileri* et *H. Neireti*. Il a trouvé, d'autre part, dans le sang du *Varanus niloticus*, une autre hémogrégarine, qu'il nomme *H. varani*. — Enfin, il a découvert, dans le sang de *Testudo pardalis*, une hémamibe, qu'il décrit sous le nom d'*Haemamöba testudis*. — **MM. A. Gilbert** et **M. Herscher** ont déterminé la teneur en bilirubine du sérum sanguin dans la néphrite interstitielle; elle est, en moyenne, de 0,05 grammes par litre de sérum. — **M. P. Abric** distingue chez les êtres unicellulaires quatre sortes de mouvements : automatiques, réflexes, incohérents et volontaires. — **M. E. Maurel** montre que les couveuses doivent assurer aux débiles et aux prématurés une température sous-vestiale comprise entre 33 et 36° sans les condamner à respirer un air dépassant en

moyenne 20°. — M. et M^{me} Bourguignon présentent de nouvelles expériences qui prouvent que, dans le muguet, la forme coccus est intermédiaire entre le bâtonnet et la forme levure. — MM. J. Renaut et G. Dubreuil montrent que la strie ou cloison sarco-plasmique est une différenciation de premier ordre, avant tout ordonnatrice de la striation transversale des différents éléments fibrillaires. — MM. H. Lamy et A. Mayer ont constaté que les cellules rénales exercent une sélection négative sur le chlorure de sodium, et positive vis-à-vis du glucose. — M. N. Gréhaud a reconnu qu'au bout d'une minute d'immersion dans l'eau, la proportion d'oxygène dans le sang artériel est réduite au tiers ou au quart de la proportion normale. — MM. G. Malfitano et F. Strada ont constaté que les variations du pouvoir protéolytique des liquides ayant été en contact avec les bactériidies ne doivent pas être exclusivement attribuées à des variations quantitatives d'une matière spécifique active, mais bien plus à des changements dans les conditions d'équilibre, au sein des liquides diastasifères. Chez les bactériidies développées dans des conditions d'anaérobiose assez complètes, la fonction protéolytique devient nulle. — M. P. Remlinger a mis en évidence l'absorption du virus rabique par la peau fraîchement rasée. — M. Lafforgue a isolé deux microbes différents du liquide rachidien dans la méningite cérébro-spinale. — MM. C. Nicolle et C. Comte ont observé en Tunisie, chez la chauve-souris, une spirillose due à un *Spirochaete*. — MM. M. Doyon, A. Morel et N. Kareff ont constaté que l'injection d'adrénaline diminue le glycogène du foie et augmente le sucre du sang, même après l'ablation du pancréas. — M. Ed. Retterer a observé que la substance fondamentale du tissu osseux est comparable, au point de vue de sa structure, au béton armé : la charpente est composée d'un réseau hématoxylinophile, et les mailles sont remplies par une masse amorphe safranophile. — MM. J. Jolly et J. Stini ont observé, après la saignée, une augmentation rapide de la proportion des leucocytes à noyau polymorphe dans le sang, disparaissant au bout de vingt-quatre heures, et une apparition de globules rouges nucléés. — M. H. Iscovesco a reconnu que l'eau oxygénée est capable de transformer certains colloïdes instables en formation, qui sont réversibles pendant un certain temps et finissent par de véritables précipitations. L'oxygène naissant provoque aussi, dans les colloïdes stables, des formations plus ou moins analogues à des membranes ou des agglomérations protoplasmiques. — MM. J. Nicolas et S. Bonnamour ont constaté une abondance de karyokinèses dans la capsule surrénale du lapin rabique. — MM. Capitan et Papillault ont identifié le cadavre de l'amiral américain Paul Jones.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 11 Juillet 1905.

MM. A. Prenant et A. Antoniou ont étudié les modifications produites dans les cellules épithéliales du rein par les néphrotoxines et par d'autres liquides actifs. Les premières sont plus accentuées. — MM. P. Bouin et P. Ancel considèrent les canalicules du suc comme produits par la transformation substantielle des prolongements anastomosés dans le corps cytoplasmique et issus de certaines cellules multipolaires interstitielles. — MM. P. Haushalter et R. Collin, dans un cas de paraplégie spasmodique, n'ont pu déceler au microscope que des modifications de la structure fine des cellules pyramidales. — M. A. Weber a observé qu'au point de vue de l'orientation des apophyses ptérygoïdes les crânes de fœtus humain et d'enfant ont conservé les mêmes caractères que ceux des singes anthropoïdes. — MM. P. Simon et L. Spillmann ont constaté une hyperleucocytose modérée dans la tuberculose pulmonaire; à une période assez avancée, on trouve de la polynucléose avec diminution des lymphocytes; mais il n'y a pas de formule nette-

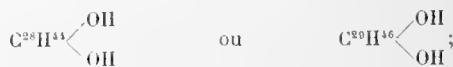
ment établie. — M. L. Bruntz a observé chez les Phyllo-podes branchipodes des cellules phagocytaires.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 20 Juillet 1905.

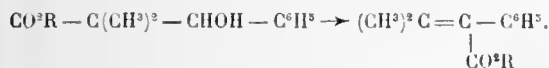
MM. A. Guntz et G. Roederer ont déterminé la chaleur d'oxydation du strontium métallique. Ils ont trouvé : $\text{Sr} + \text{O} = \text{SrO} + 142,2$ cal., nombre de 11 cal. plus élevé que celui indiqué par M. Thomsen. On voit que la chaleur d'oxydation du strontium est intermédiaire entre celles du calcium et du baryum, comme le faisaient prévoir les propriétés chimiques. — M. T. Klobb donne un nouveau procédé de préparation de l'arnistéine, substance analogue aux phytostérines et retirée de l'arnica. Il a obtenu un éther benzoïque et un éther acétique qui lui permettent d'assigner à ce dérivé l'une des deux formules :



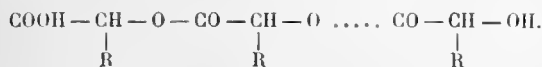
c'est le premier alcool bivalent signalé dans la famille des diolestérines végétales; l'auteur propose de donner à cette substance le nom d'*arnidiol*. — MM. A. Guyot et J. Catel communiquent les résultats de leurs recherches sur l'action de la lumière et de l'air sur le diphenyl- α '-benzo- β '-furfurane¹. Sous l'action de la lumière à l'abri de l'air, la solution benzénique jaune et fluorescente du produit se décolore et se remplit de petits cristaux blancs peu solubles, qui sont un polymère du premier, car ils le redonnent par simple fusion; sous l'action combinée de l'air et de la lumière, le diphenyl-benzo-furfurane s'oxyde et donne de l'o-dibenzoyl-benzène. Si l'on fait cette oxydation en solution alcoolique, il y a, par réaction d'entraînement, oxydation de l'alcool en aldéhyde. — MM. E. E. Blaise et M. Maire communiquent les premiers résultats obtenus dans l'étude des cétones acycliques β -chlorées et viny-lées. Les cétones β -chlorées s'obtiennent par action du chlorure de β -chloropropionyle sur les dérivés organo-métalliques mixtes du zinc. L'éthyl- β -chloréthylcétone bout à 68° sous 20 millimètres. Traitée par la diéthyl-aniline dans des conditions convenables, elle donne l'éthylvinylcétone, qui distille à 100-102°, avec polymérisation partielle, sous la pression atmosphérique, mais distille sans altération à 31° sous 47 millimètres. Les cétones β -chlorées réagissent avec facilité sur les réactifs de la fonction cétone, mais en donnant des composés à chaîne fermée. L'hydroxylamine fournit avec l'éthyl- β -chloréthylcétone une éthylisoxazoline qui bout à 78° sous 21 millimètres. Base très faible, ne donnant pas de sels cristallisés, mais fournissant un chloroplatinate qui se décompose vers 250°. La phénylhydrazine donne avec la même cétone une phényl-éthyl-pyrazoline qui bout à 170° sous 21 millimètres. Cette base fournit avec une trace d'acide azotique une coloration rouge très intense, mais peu stable. La chlorocétone réagit également sur l'hydrate d'hydrazine, avec formation d'une éthylpyrazoline qui bout à 76° sous 20 millimètres. Cette base est plus énergique que les précédentes; elle donne un chlorhydrate, un picrate, et avec l'isocyanate de phényle l'urée correspondante. Enfin, la semicarbazide fournit une semicarbazone normale, mais qui se décompose à chaud avec formation de produits qui seront étudiés dans la suite. Les cétones viny-lées jouissent par leur liaison éthylénique de propriétés additives remarquables. La semicarbazide ne donne pas de semicarbazone normale, mais une semicarbazone semicarbazone. De même, l'hydroxylamine donne une hydroxylamino-oxime, fournissant un dérivé dibenzoylé. Les auteurs se réservent de poursuivre l'étude des

¹ Bull. Soc. Chim., t. XXXIII, p. 629.

cétones β-halogénées, des cétones vinyliées et, en général, des cétones non saturées acycliques. — MM. E. E. Blaise et A. Courtot indiquent les résultats obtenus dans la déshydratation de certains acides-alcools. La déshydratation au moyen de l'anhydride phosphorique des éthers des acides-alcools β, αz-dialcoylés fournit, lorsque cette déshydratation est possible, des acides-alcools non saturés βγ. C'est ainsi qu'ont été obtenus les acides diméthylvinylacétique [Eb. : 99° sous 23 millimètres ; F : — 6°], diméthylpropénylacétique [Eb : 119° sous 24 millimètres ; F : — 17°], diméthylisopropénylacétique [Eb : 108° sous 16 millimètres ; F : 35°], et diméthylphénylvinylacétique [Eb : 107° sous 10 millimètres]. Ces acides jouissent de propriétés spéciales qui les classent à part dans la série des acides non saturés βγ. C'est ainsi, par exemple, qu'ils ne sont pas tous transformables en lactones par la méthode de Fittig. Dans le cas où les éthers des acides-alcools ne peuvent pas donner de produits normaux de déshydratation, il se produit des transpositions moléculaires. L'oxipivalate d'éthyle, par exemple, fournit un mélange d'acides angélique et tiglique. Mais le cas le plus intéressant est celui de l'acide αz-diméthyl-β-phénylhydracrylique ; on obtient, en effet, dans ce cas de l'acide diméthylatropique [F : 151°], qui a été reproduit, d'autre part, par synthèse :

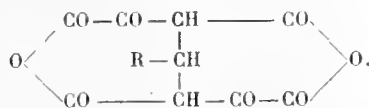


C'est là le premier exemple connu de la migration d'un carboxyle dans une molécule synthétique et qui trouve une analogie dans la transformation de l'acide camphorique en acide isolauronolique. — MM. E. E. Blaise et P. Bagard ont poursuivi l'étude de l'action de la chaleur sur les acides-alcools α. Cette réaction constitue, quand la fonction alcoolique est secondaire, une méthode de préparation des aldéhydes. L'aldéhyde résulte à la fois de la décomposition du lactide d'abord formé et de la décomposition d'hémilactides à poids élevé, de la forme :



D'autre part, les éthers des acides-alcools bouillent sans décomposition, mais les éthers dérivés de leur fonction alcoolique se décomposent normalement. Il est donc nécessaire que la fonction acide de l'acide-alcool soit libre ; mais la formation d'un lactide intermédiaire n'est pas indispensable, puisqu'il y a production d'aldéhyde lorsque la fonction alcoolique est transformée en éther. L'acide α-oxheptylique donne un éther éthylrique qui bout à 106° sous 14^{mm},5. Son lactide fond à 88°, son anilide à 70°, son p-toluide à 103° et son phénylhydrazide à 98°. Il fournit par action de la chaleur : l'hexanal (58 %) ; oxime, F : 51° ; semicarbazone ; F : 106° ; ac. naphthocinchoninique, F : 255-260° (déc.) ; azine, Eb : 132° sous 43 millimètres ; acétal diéthylique, Eb : 90° sous 30 millimètres. L'acide α-bromocaprique fond vers 4°, et, traité par la potasse, il donne l'acide oxycaprique, F : 70°. Son éther méthylrique, son anilide, son p-toluide et son phénylhydrazide ont été préparés. Par action de la chaleur, il donne le nonanal avec un rendement de 71 %. Cette aldehyde bout à 93° sous 23 millimètres. Son oxime, sa semicarbazone et l'acide naphthocinchoninique correspondant ont été préparés. L'azine qui en dérive se solidifie dans le chlorure de méthyle, et l'acétal diéthylique bout à 130-131° sous 20 millimètres. L'action d'une trace d'acide sulfurique détermine la formation d'un polymère, liquide à la température ordinaire, mais se solidifiant dans le chlorure de méthyle liquide. L'acide undécylique donne de même un oxyacide qui fond à 69° et dont l'éther méthylrique fond à 33°. L'anilide correspondant fond à 80°, le p-toluide à 92° et le phénylhydrazide à 95°. Il

conduit, par action de la chaleur, au décanal qui bout à 92° sous 10 millimètres. Son polymère, qui est solide, fond à 43°. On a préparé la semicarbazone, l'oxime, l'acide naphthocinchoninique correspondants. L'azine est solide et fond à 34°, l'acétal diéthylique bout à 136° sous 14 millimètres. La méthode précédente est également applicable à la préparation des aldéhydes à chaîne ramifiée. C'est ainsi que l'acide α-ox-β-méthyl-nonylique a donné avec un bon rendement l'aldéhyde correspondant. Le dédoublement est très net et ne donne qu'un peu de carbure à côté de l'aldéhyde. Enfin, par action de la chaleur sur les acides-alcools à fonction alcoolique tertiaire, on devrait obtenir des cétones. L'expérience montre que le dédoublement dépend essentiellement, dans ce cas, du poids des radicaux fixés sur l'atome de carbone qui porte la fonction alcoolique. L'acide diméthoxalique donne presque exclusivement de l'acétone, l'acide diéthoxalique 40 % de diéthylcétone, et l'acide dipropoxalique des traces seulement de dipropylcétone. Dans ces deux derniers cas, il y a formation d'un acide non saturé. Le point le plus intéressant est que ces acides non saturés diffèrent de ceux qu'on obtient en déshydratant les éthers-alcools au moyen du trichlorure de phosphore ou de l'anhydride phosphorique. Ce sont vraisemblablement leurs isomères stéréochimiques et ce serait là une méthode intéressante pour les obtenir. Les auteurs se réservent de développer l'étude de ce dernier point. — MM. E. E. Blaise et H. Gault, poursuivant l'étude des produits de condensation des aldéhydes avec l'éther oxalacétique, ont étudié l'action des acides sulfurique et azoteux sur les éthers obtenus directement dans la condensation. L'acide sulfurique dissout facilement les éthers alcoylidène-bis-oxalacétiques ; mais, sous l'influence du temps, les solutions laissent déposer un abondant précipité. Le corps ainsi formé résulte de la saponification de l'éther, mais il est constitué, non pas par l'acide correspondant, mais par son dianhydride. Ces dianhydrides, dont l'un des carboxyles, dans chaque fonction anhydride, est en position β-cétonique, sont stables dans l'air sec. Traités par les amines et les alcools, ils fournissent, par perte d'acide carbonique, les diamides et les diéthers des acides dicétopiméliques. Ils répondent donc à la constitution suivante :



Ce point est intéressant, car il permet d'obtenir avec facilité des dérivés qu'on ne pourrait pas préparer à partir des acides dicétopiméliques eux-mêmes. L'action de l'eau sur les dianhydrides est curieuse et semble s'effectuer en plusieurs phases : les fonctions cétone semblent passer d'abord à l'état d'hydrate de cétone avant que la chaîne anhydridique ne soit rompue. Finalement, il y a élimination de CO² et formation des acides dicétopiméliques. Cette réaction a permis de préparer les acides méthyl, éthyl et hexyldicétopiméliques. Tous ces acides, par action de l'acide sulfurique, donnent les acides pyranedicarboniques correspondants. L'action de l'acide azoteux sur les éthers alcoylidène-bisoxalacétiques est très spéciale. Il y a élimination d'un groupement oxalique, avec formation d'une fonction oxime ; mais la réaction ne s'arrête pas là, et le composé obtenu résulte de l'élimination d'une molécule d'eau dans la molécule qui a pris naissance. Le produit formé peut être isolé facilement à l'état de sel acide de potassium. Par saponification alcaline, il donne, par précipitation au moyen des acides minéraux, non pas un acide, mais un sel de potassium, dans lequel le métal ne peut être éliminé que par action de l'acide sulfurique concentré. Les propriétés très spéciales que possèdent les composés obtenus par action de l'acide azoteux semblent indiquer la présence, dans leur molécule, d'une chaîne particulière et peut-être nouvelle. Les auteurs se ré-

servent l'étude de ce point, ainsi que celle de l'action de l'acide azoteux sur les combinaisons analogues. — **MM. E. E. Blaise et L. Houillon**, dans le but de rechercher les relations qui peuvent exister entre les groupements fonctionnels en position éloignée, ont essayé de lactoniser l'acide undécylénique au moyen de l'acide sulfurique. La réaction donne, en effet, une lactone qui bout à 169-170° sous 17 millimètres. Ce corps ne cristallise pas, mais donne avec facilité une hydrazinolactone fondant à 96°. La lactone ainsi obtenue ne constitue pas, ainsi qu'on aurait pu le croire, une lactone 1-11, mais une γ ou une δ -lactoné. En effet, l'oxydation permanganiquée donne de l'acide succinique, de l'acide oxalique et un mélange d'acides caproïque et heptylique. De même, l'oxydation nitrique donne très nettement les acides succinique et heptylique. On a donc affaire probablement à une γ -lactone, ce qui sera vérifié synthétiquement. Ce fait met en évidence une migration de la liaison éthylénique sous l'influence de l'acide sulfurique. Cette migration complète celle observée par l'un des auteurs en collaboration avec M. Luttringer. On peut donc dire que, par action de l'acide sulfurique sur un acide non saturé, il se produit, quand la concentration est suffisante, une migration de la liaison éthylénique avec formation de lactone, quelle que soit d'ailleurs la position de la liaison éthylénique dans la molécule. Ces recherches seront étendues aux acides non saturés à poids moléculaire élevé. D'autre part, les auteurs ont préparé, comme il a été indiqué antérieurement, les acides undécane et tridécane-dioïques. Des recherches ont été effectuées sur l'anhydrisation de ces acides. L'anhydrisation s'effectue, mais avec difficulté, et il ne semble pas, jusqu'ici, que les réactions entre groupements fonctionnels puissent être considérées comme une fonction périodique de l'éloignement de ces groupements.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 25 Mai 1905.

M. J.-S. Macdonald : *La structure et la fonction des fibres nerveuses*. En contradiction avec certaines conclusions auxquelles l'auteur était arrivé à la suite de ses observations expérimentales sur le « courant lésant » du nerf, il a été récemment nié que les sels organiques soient présents en quantité appréciable dans la structure interne de la fibre nerveuse. Cette conclusion a été établie à la suite d'observations faites avec l'emploi d'un réactif — le nitrite de cobalt — qui précipite les sels de potassium d'une façon visible au microscope. Il a été prouvé que le réactif ne donne pas naissance à des précipités en tous les points de la fibre nerveuse, mais seulement en certains points peu nombreux. L'auteur a contrôlé ces faits, employant aussi les méthodes microscopiques, et il les a confirmés. Cependant, il a tiré des conclusions entièrement différentes de ses observations, depuis qu'il a remarqué que ces points peu nombreux sont des points auxquels le cylindre-axe a été détérioré au cours de la préparation. Il conclut que les sels de potassium sont réellement présents en quantité très considérable et uniformément distribués le long du cylindre-axe, mais qu'ils apparaissent à l'état de simple solution seulement aux endroits lésés. L'auteur dirige l'attention sur l'importance générale possible de cette observation, lorsqu'on tient compte du parallélisme entre la lésion et « l'excitation ». La présence soudaine de sels inorganiques (électrolytes) à l'état de simple solution aqueuse en un point excité signifie une augmentation transitoire dans la pression locale osmotique, de nouveaux processus de diffusion et des troubles dans le potentiel électrique. En ceci, il voit une explication suffisante de la conduction nerveuse. Dans le cas de muscle, l'auteur considère l'influence d'un phénomène similaire et la relation possible entre une telle augmentation dans la pression locale osmotique et la « contraction ». Il suggère aussi la possibilité de l'influence de

ce facteur dans les conditions déterminant la circulation de l'eau dans les tissus des plantes. — **M. F. H. Thiele** conclut de ses recherches que les cellules de la corne antérieure sont sous le contrôle du thalamus optique et du noyau de Deiters, le premier exerçant une action inhibitrice, le second une action adjuvante. L'influence du noyau de Deiters est aussi contrôlée par les cellules corticales cérébelleuses; le contrôle thalamique est croisé; l'influence cérébelleuse est homolatérale. Le thalamus et le cerebellum exercent un contrôle moteur sur les muscles du corps. Dans le thalamus, il y a un centre qui contrôle les mouvements coordonnés de locomotion; la voie par laquelle ce contrôle s'exerce est probablement le trajet rubro-spinal. — **M. C. S. Sherrington** : Sur l'innervation réciproque des muscles antagonistes (VIII). — **MM. J. R. Adie et A. Alcock** signalent la présence de *P. Anopheles (Myzomyia) Listoni* à Calcutta, ce qui étend la distribution géographique de cette espèce.

Séance du 8 Juin 1905.

M. W. Downing : *Perturbations des Biérides*. D'après le résultat des calculs décrits dans ce Mémoire, il apparaît que la date la plus probable pour le centre d'une pluie de météores des Biérides cette année est le 18 novembre à 10 heures. S'il se produit une pluie à cette date, cela indiquera que le courant météorique est dans cette partie d'une longueur suffisante pour prendre au moins trente-trois jours (16 octobre au 18 novembre) pour traverser un point défini de son orbite, ou qu'il y a un autre groupe qui suit le groupe principal à cet intervalle et qui est aussi d'une étendue suffisante dans la direction Soleil-Terre pour permettre à quelques météores de rencontrer la Terre, quoique le centre du courant soit à plus de 1.000.000 de milles en dehors de l'orbite terrestre à cette époque. — **M. R.-J. Strutt** présente une note additionnelle à son Mémoire sur les minéraux radio-actifs. Dans un Mémoire lu devant la Société le 28 février, l'auteur dirigeait l'attention sur le fait que tous les minéraux thoriques, autant que cela peut être établi, paraissent contenir de l'uranium et du radium. Depuis lors, il a examiné un certain nombre d'autres minéraux afin de vérifier la déduction précédente. Les résultats ont tout à fait confirmé les conclusions originales. L'auteur, dans ces nouvelles recherches, s'est contenté de déterminer le thorium et le radium, car on peut maintenant considérer comme prouvé que le radium est un produit de l'uranium, et il est beaucoup plus facile d'établir la présence du radium par son émanation que de découvrir l'uranium par des analyses chimiques. — **MM. J.-A. Fleming et R.-A. Hadfield** : *Sur les qualités magnétiques de quelques alliages ne contenant pas de fer*. En vue d'obtenir des mesures magnétiques exactes, on a fabriqué deux anneaux homogènes de forme régulière, avec des alliages ne contenant pas de fer. Le premier anneau avait la composition suivante : manganèse, 22,42 %; cuivre, 60,49 %; aluminium, 11,65 %. Il y a une certaine quantité de scories intermêlées, probablement 2 ou 3 %, qui consistaient principalement en MnO et SiO² et en traces légères d'autres métaux. L'analyse a montré que l'on y trouvait aussi 1,5 % de carbone, 0,37 % de silice et 0,21 % de fer. Il est donc à noter qu'une simple trace de fer se présentait dans cet alliage. L'autre anneau avait comme composition approximative : manganèse 18 %; cuivre 68 %; aluminium 10 %; plomb 4 %. Ces alliages ont malheureusement de pauvres propriétés mécaniques; ils sont cassants et ne peuvent être forgés. Les anneaux ont été faits au moyen de cette substance fondue et tournés au tour à la forme désirée. Voici les conclusions auxquelles les auteurs sont parvenus : 1° Le premier alliage, composé de cuivre, d'aluminium et de manganèse dans les proportions indiquées ci-dessus, présente des propriétés magnétiques qui sont identiques à celles d'une substance faiblement ferro-magnétique; 2° La courbe de magnétisation (B.H.) est de même forme

que celle d'un métal ferro-magnétique, tel que la fonte de fer, et indique qu'avec une force suffisante on peut presque sûrement atteindre un état de saturation magnétique; 3° L'alliage présente le phénomène d'hystérésis magnétique. Il faut beaucoup de travail pour arriver à renverser la magnétisation de la substance et pour lui faire parcourir un cycle magnétique; 4° La substance a une perméabilité maximum de 28 à 30, qui n'est pas de beaucoup inférieure à celle qu'on a obtenue pour le cobalt; elle occupe une position intermédiaire entre la perméabilité des corps ferro-magnétiques et celle de la plupart des corps para-magnétiques, tels que l'oxygène liquide et le chlorure ferrique; 5° Cet alliage présente, cependant, le phénomène de rétention magnétique et de coercivité. Il n'est pas seulement magnétique, mais il peut être magnétisé d'une façon permanente. Par ces résultats les auteurs sont amenés à conclure que les propriétés magnétiques de cet alliage doivent être basées sur une certaine ressemblance de structure moléculaire avec les métaux familiers ferro-magnétiques. Les expériences sur les qualités magnétiques du deuxième alliage donnent des résultats semblables. Pour les deux alliages, les exposants hystériques ne sont pas très différents, étant respectivement 2,238 et 2,288, tandis que les constantes hystériques sont très différentes, étant respectivement 0,0005495 et 0,000776. Il est clair, par conséquent, que ces deux alliages, quoique magnétiques, ont une beaucoup plus grande hystérésis que le fer pur, le nickel ou le cobalt pour des cycles de magnétisation correspondants.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 3 Juin 1905.

MM. G. T. Morgan et F. E. Richards présentent leurs recherches sur les matières colorantes azoïques dérivées de l' α -tétrahydro- α -naphthylamine. Celle-ci conserve son caractère naphthalénoïde et ressemble à l' β -naphthylamine en ce qu'elle donne directement des amino-azoïques, qui, diazotés et copulés avec des amines ou des phénols sulfonés, forment des matières colorantes polyazoïques. Celles-ci possèdent des propriétés tinctoriales semblables à celles de leurs analogues de la série benzénique. — M. P. E. Spielmann communique les analyses d'un échantillon de silicium (Si 93,91 %; Fe 2,57 %; Al 0,41 %; SiO₂ 2,65 %; Al₂O₃ 0,46 %) et d'un échantillon de siloxicon (Si 50,31 %; C 31,39 %; Fe 1,07 %; H₂O 0,19 %; O 17,04 %) provenant des usines de carbürundum Acheson à Niagara Falls.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 19 Mai 1905.

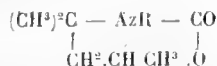
M. M. Schwitter a analysé un minerai d'étain provenant de l'Alaska. Les concentrés renferment environ 70 % d'étain et donnent par réduction de l'étain pratiquement pur. — M. J.-M. Mathews a constaté que le nettoyage des sortes ordinaires de fils de laine est le mieux réalisé par l'emploi de solutions de savon; l'emploi de carbonates alcalins est une mauvaise pratique. D'autre part, toute huile qui est aisément émulsifiée par des solutions de savon à des températures non supérieures à 140° F. peut être considérée comme une bonne huile à laine, qu'elle contienne ou non de la matière insaponifiable. — MM. D. Wesson et N.-J. Lane montrent qu'il n'existe actuellement aucune méthode pour la détermination de la graisse de bœuf, ses constituants étant très analogues à ceux du lard; elle ne peut être déterminée que qualitativement par le microscope. — M. W. C. Ferguson donne la description des méthodes employées par l'Association des Chimistes de manufacture des Etats-Unis pour la préparation des tables de poids spécifiques de l'acide sulfurique, de l'acide nitrique, de l'acide chlorhydrique et de l'ammoniaque.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 8 Juin 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Waelsch : Sur les résultantes de formes binaires.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. Emich a étudié la pulvérisation de feuilles d'iridium portées au rouge blanc dans l'acide carbonique ou dans des mélanges d'azote et d'oxygène; il en déduit qu'à 1970° la dissociation de CO² est de 4,5 %, à 2150° de 10 %. — M. S. Zimmermann a saturé une solution de sulfate ferreux en l'absence de l'air, par de l'oxyde d'azote dans une atmosphère d'Az et a constaté que la conductibilité de la solution diminue. Il attribue le fait à la formation d'un ion complexe. — M. M. Simon, en chauffant le séléno-cyanure de K ou Na avec l' α -chloropropionate de K, a obtenu le séléno-cyanopropionate de K ou Na, d'où l'on retire facilement l'acide libre. — M. M. Kohn a obtenu, par condensation interne de l'éther carbanique qui se forme dans l'action de l'éther chlorocarbonique sur la diacétonalkamine, une lactone de l'acide carbanique :



Par l'action de l'oxyde d'éthylène sur la diacétonalkamine ou ses dérivés alkylés, on obtient des glycols basiques du type $(\text{CH}^3)_2\text{C}(\text{CH}^3 \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CH}^3) \cdot \text{AZH} \cdot \text{CH}^3 \cdot \text{CH}^3 \cdot \text{OH}$. — M. M. Kohn, en oxydant par l'acide chromique l'oxy- β -isohexylamine, a obtenu de l'acétone, de l'alanine et de l'acide acétique. L'oxy- β -isohexylamine réagit avec les aldéhydes en perdant de l'eau pour donner des dérivés de la tétrahydrométaoxazine. — MM. F. Goldberger et R. Tandler, en faisant agir l'acide sulfurique dilué sur la pinacone dérivée de l'éthylpropylcétone, ont obtenu un hydrocarbure C¹²H²², Eb. 195°, et un oxyde C¹²H²⁴O, Eb. 224°. Le premier donne par oxydation de l'acide butyrique, le second de l'acide butyrique et un acide C⁷H¹⁴O². — M. B. Ehrenfreund a condensé l'aldéhyde isopropyl-acétique avec l'aldéhyde acétique en présence de K²CO³ en un aldol C⁷H¹⁴O², Eb. 83° sous 15 millimètres. Par oxydation avec le permanganate, il se forme de l'acide isopropylacétique et un acide C⁷H¹⁴O³. — M. R. Ofner montre que la formation de méthylphénylosazone n'est pas exclusivement une réaction de céto-ses et que le procédé de Neuberg et Strauss pour la recherche du fructose dans les sucs organiques n'est pas utilisable. — M. H. Lang a préparé, par nitration de l'acide *o*-benzoylbenzoïque, l'acide *o*-benzoyl-*p*-nitrobenzoïque. La nitration directe des éthers de l'acide donne, au contraire, un produit dinitré. — M. R. Hermann, par action de HAZO² fumant sur une solution sulfurique de phénylbiganide, a obtenu à 30°-40° exclusivement du sulfate de mononitrophénylbiganide, au moyen duquel on prépare les dérivés bi- et trinitrés. Toutes ces combinaisons sont des colorants, spécialement la dernière. Par hydrolyse, elles fournissent la *p*-nitraniline, la 2 : 4-dinitraniline et la picramide. — M. P. Artmann, par action de l'iode, à l'état naissant ou en présence de HgO, sur l'*o*- ou la *m*-tolylurée, a obtenu des iodophénylurées substituées en para par rapport au groupe amidé; par ébullition avec l'anhydride acétique, elles se transforment en iodacétoluides.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. F. Katzer : Contribution à la géologie du Ceara (Brésil).

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Mai 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. de Vries : Sur des faisceaux de surfaces algébriques. L'auteur considère un faisceau général de surfaces d'ordre n ; soit σ la courbe de base. 1° Les tangentes principales forment un complexe de l'ordre $3n(n-2)$; celles qui corres-

pendent aux points de σ forment une congruence de l'ordre $n^2(2n-3)$ et de la classe $3n^2$. 2° Les tangentes t_1 à contact de quatre points qui ont leur point de contact sur σ forment une surface de l'ordre $2n^2(6n-11)$, dont σ est une courbe de multiplicité onze; les points de contact des tangentes t_1 se trouvent sur une surface de l'ordre $2(11n-12)$. 3° Les tangentes t_1 forment une congruence de l'ordre $2(n-3)(2n^2-3n+2)$ et de la classe $\frac{9}{2}(n-3)(n^2+n^2-8n+4)$. 4° Les tangentes $t_{2,3}$

de contact et d'osculation forment une congruence de l'ordre $(n-3)(n-4)(5n^2-6n+4)$ et de la classe $\frac{1}{2}(n-3)^2(n-4)(10n^2+35n^2-21n^2-80n+20)$. 5° Le

lieu des points d'osculation des tangentes $t_{2,3}$ est une surface de l'ordre $6(n-4)(n^2-16)$. 6° Le lieu des points de contact des tangentes $t_{2,3}$ est une surface de l'ordre $2(n-4)(n^2+2n^2+10n-12)$. 7° Le lieu des points paraboliques est une surface de l'ordre $8(n-1)$, dont σ est une courbe quadruple. — M. P.-H. Schoute

présente au nom de M. W.-A. Versluys : *Sur le rang de la courbe d'intersection de deux surfaces algébriques*. L'auteur démontre la relation $r = m_1n_2 + m_2n_1 - 2\delta - 3x$, où r est le rang cherché, tandis que n_1, n_2 représentent les ordres, m_1, m_2 les classes des deux surfaces et δ, x les nombres des points de contact ordinaire et stationnaire de ces surfaces. Ensuite, il applique la relation trouvée à plusieurs cas particuliers. — M. H.-E. de Bruyn présente : « Rapport in zake de watervoorziening van Amsterdam » (Rapport sur la fourniture d'eau à Amsterdam).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — Rapport de MM. H. Kamerlingh Onnes et P. Zeeman sur une lettre de M. H. van Meerten, de Buitenzorg (Ile de Java), sur une formule empirique pour la chaleur spécifique de l'eau sous une pression constante à des températures différentes. D'abord M. van Meerten donne la relation $c_t = 1 + 0,0440755 \frac{(t-16)(t-67)}{(t+67,3268)^2}$ pour $t < 100^\circ$; ensuite, il

la remplace par $c_t = 1 + 0,0375 \frac{t(t-145)}{(t+72,5)^2}$, s'accordant

aussi avec les résultats des expériences de MM. Barnes et Cooke. Comme le remarquent les rapporteurs, ces deux formules ne s'accordent pas avec les expériences de M. Dieterici pour $t > 100^\circ$. — Ensuite M. Kamerlingh Onnes présente : 1° *Correction au manomètre à mercure, raccourci, ouvert, à transport de pression à l'aide de gaz comprimé*; 2° *Méthodes et ressources en usage au Laboratoire cryogène de Leyde* : VII. Un cryostat modifié. — M. H.-A. Lorentz présente, au nom

de M. J.-J. van Laar, les deux communications suivantes : 1° *Sur l'allure des lignes de plissement pour des mélanges de substances normales*. Seconde partie (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVI, p. 664); 2° *Quelques remarques concernant les dernières communications de M. Ph. Kohnstamm* (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVI, p. 712). — M. A.-F. Holleman présente, au nom de

M. J.-J. Blanksma : *Nitration du nitrométaxylol symétrique*. — M. S. Hoogewerf présente au nom de M. H. ter Meulen : « *Onderzoek naareden aard van de suiker van eenige plantaardige glucosiden* » (Examen des espèces de sucres de quelques glucosides végétaux). Solution couronnée d'une question de concours, proposée par la Société batave des Sciences de Rotterdam. — M. H.-W. Bakhuis Roozeboom présente, aussi au nom de M. J. Olie Jr. : *La solubilité des chlorures de chrome isomères*. A la température ordinaire, le chlorure de chrome forme deux combinaisons à $6H_2O$, représentées, d'après Werner, par les formules de structure :



la première substance est violette, la seconde verte. Le résultat des expériences, faites à 23° , se rapportant à la vitesse de transformation des solutions à teneur

variable de chlorure de chrome, est représenté par la courbe AGH dans le diagramme ci-dessous, où A, B, C représentent la matière résolvante (l'eau) et les chlorures de chrome (vert et violet). D'abord cette courbe ne dévie que très peu de l'axe AC, ce qui veut dire qu'en des solutions très diluées l'état final est celui où le chlorure de chrome se présente presque exclusivement dans l'état violet. Si la teneur en chlorure de chrome s'élève à 20% , la courbe AGH s'éloigne de AC.

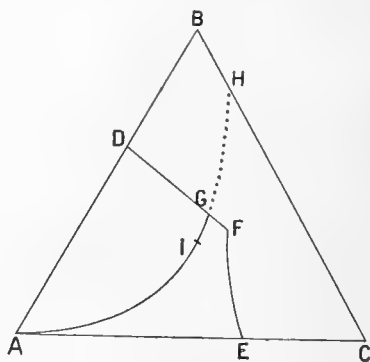


Fig. 1.

Au point I, les deux chlorures de chrome se font équilibrer. Et l'on ne peut pas dépasser le point G, la solution ayant atteint en G le point de saturation. Après s'être occupé de l'état final, les auteurs ont examiné la solubilité, indiquée par les courbes DF et EF pour les modifications verte et violette. Une addition de HCl à 25° diminue la solubilité de deux chlorures. — Ensuite M. Roozeboom présente au nom de M. C. Hoitsemma : « *Liquatie in binaire metaalgeeringen* (Liquation en des alliages métalliques binaires). Sont nommés rapporteurs MM. Roozeboom et J.-M. van Bemmelen.

3° SCIENCES NATURELLES. — Rapport de MM. C. Winkler et L. Bolk sur la question de la fondation d'établissements pour les recherches sur le cerveau. — M. H. Zwaardemaker Czn. : *Sur la pression du son dans l'organe de Corti*. D'après l'explication de Helmholtz, les fibres transversales de la membrane basilaire peuvent résonner sur les sons assez bas de la voix humaine : 1° Par la résistance dans le fluide et les masses molles cellulaires; 2° Par le chargement avec les arcs de Corti, portant à leur tour tout un système de cellules. D'abord on s'imaginait que ces fibres vibrent dans toute leur longueur, comme une corde tendue. Plus tard, on a cru que le *pars arcuata*, qui porte les arcs de Corti, reste en repos, tantôt que ce n'est que le *pars pectinata* qui fait de part et d'autre des mouvements d'une amplitude considérable. Toutefois, dans ce dernier cas, la différence en longueur des fibres ne suffit plus pour l'explication de la différence des sons en hauteur, de manière qu'on doit recourir à une différence de tension et de chargement. L'auteur a essayé de représenter les circonstances dans lesquelles agit l'organe de Corti par un modèle. Une corde horizontale d'acier, d'un demi-millimètre d'épaisseur et d'un mètre de longueur, tient lieu de fibre, etc. Dans ce modèle, il constate les oscillations considérables du *pars pectinata* et l'immobilité du *pars arcuata*, des arcs de Corti et des masses de charge. La théorie de Helmholtz-Hensen. Les anneaux de Lord Rayleigh. — M. F.-C.-F. Went présente : « *Onderzoekingen en beschouwingen over de mozaïekziekte der tabakspiant* » (Recherches et considérations sur la maladie mosaïque du tabac). Sont nommés rapporteurs MM. Went et M.-J. Beyerinck.

P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 23, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

La polarisation de la couronne solaire. —

M. Meslin, professeur de Physique à l'Université de Montpellier, assisté de M. Chaudier, préparateur à la Faculté des Sciences, et de M. Arolès, professeur au Lycée de Montauban, a profité de l'éclipse de Soleil du 30 août dernier pour faire des observations dans le jardin de l'Institut de Burgos, où il avait installé les appareils nécessaires pour étudier la polarisation de la couronne solaire; les astronomes placés en ce point ont eu la chance de pouvoir observer le phénomène pendant toute la phase de totalité, grâce à une éclaircie qui, pour eux, s'est justement produite au moment opportun; aussi, ils ont pu exécuter en entier le programme arrêté.

Pendant la première minute, M. Meslin a mesuré la proportion de lumière polarisée en deux régions de la couronne; cette proportion a été trouvée la même au voisinage de l'axe et dans la région équatoriale; elle est voisine de 50 %.

Les deux minutes suivantes ont été utilisées pour rechercher s'il y avait des traces de polarisation elliptique dans la lumière coronale: la polarisation s'est montrée rectiligne en tous les points.

La *Revue* reviendra prochainement sur les résultats des observations faites pendant l'éclipse.

§ 2. — Génie civil

Les progrès de la surchauffe dans les machines à vapeur. — On sait que la machine à vapeur réalise d'incessants progrès, spécialement au point de vue de l'économie de la dépense, par l'emploi de pressions et de *surchauffes* de plus en plus élevées. Voici, pour fixer les idées sur l'étendue actuelle de ce dernier progrès, quelques chiffres d'essais exécutés récemment sur une machine compound à vapeur surchauffée d'environ 450 chevaux, marchant à 100 tours par minute, et qui sont des plus remarquables.

Cette machine est verticale, à deux cylindres de 530 et 915×910 millimètres de course, sans enveloppes, avec distribution, à chaque cylindre, par quatre tiroirs cylindriques, à déclics pour ceux de l'admission, les

tiroirs d'admission du petit cylindre étant soumis au régulateur et ceux du grand réglables à la main. La surchauffe est donnée par un surchauffeur indépendant de Schmidt, de 96 mètres carrés, avec grille de 1^m²,05. La vapeur arrive du surchauffeur à la machine par une tuyauterie de 73 mètres de longueur, soigneusement isolée, en partie en plein air, et présentant une surface intérieure de 25 mètres carrés et une surface extérieure de 53 mètres. Le condenseur est à injection avec pompe à air sans clapets de pied du type Edwards. La pression de la vapeur à l'admission est de 8 kilogs.

La machine a sa distribution établie de manière à pouvoir supporter de la vapeur surchauffée à la température de 370°, ce qui peut se faire avec les tiroirs cylindriques, alors que les robinets Corliss et leurs dérivés ne peuvent guère supporter plus de 260°; ces tiroirs-pistons sont presque aussi légers que les soupapes, et très faciles à équilibrer pendant toute leur course.

Pendant les essais, la pression, aux chaudières, a varié de 8 kilogs à 8 kil. 9; la surchauffe à la sortie de la chaudière a varié de 225 à 210° et celle à l'admission du petit cylindre de 140 à 120°; la puissance indiquée a varié de 145 à 181 chevaux. Le rendement thermique a varié de 21 à 22 %; la dépense de vapeur surchauffée a varié de 3 kil. 9 à 4 kil. 2, équivalant à 4 kil. 5 et 4 kil. 9 de vapeur saturée, d'après les poids d'eau recueillis aux essais dans un condenseur à surface approprié. Ce sont des chiffres extrêmement bas et remarquablement constants, dans des circonstances de marche très variées; notamment, la dépense de 3 kil. 9 seulement de vapeur surchauffée de 110° à l'entrée des cylindres, avec une puissance indiquée de 146 chevaux, n'a jamais été atteinte, même par des machines à triple expansion, bien plus puissantes et plus compliquées que cette machine compound à deux cylindres.

La chute de température de la vapeur, dans la longue tuyauterie de 73 mètres, a varié de 40 à 55°, suivant les circonstances atmosphériques, et, si l'on ajoute à cette petite perte celle, au moins double, par le rayonnement des maçonneries du surchauffeur, on voit qu'il conviendrait, pour se rendre compte de l'économie thermique totale du système, de majorer d'environ

10 % les dépenses de vapeur ramenée à la saturation. | machine ne dépenserait guère, avec une bonne chau-



Fig. 1. — Ensemble des appareils pour la photographie animale automatique. — 12, 13, cordons tendus par le mouvement de l'animal; 11, cordon tendu par la chute du sac de sable 7.

ce qui les ramènerait à une moyenne de 5 kilogs, | dière et des réchauffeurs à alimentation appropriés,
encore extrêmement remarquable, de sorte que cette | plus de 450 grammes de charbon par cheval indiqué.

Cette machine, construite par MM. Cole, Marchent et Morley, de Bradford, marche depuis un an sans apparence d'usure des tubes du surchauffeur; elle a été essayée par M. Longridge dans des conditions d'impartialité et de compétence qui rendent les résultats de ces essais des plus certains.

§ 3. — Physique

La photographie animale. — Ne pouvant pas toujours observer dans la Nature les animaux qui font l'objet de leurs études, les zoologistes trouvent dans la photographie une aide des plus précieuses. C'est surtout dans le cas des bêtes sauvages, où des raisons évidentes viennent s'opposer à l'observation immédiate, que cet art est appelé à rendre des services importants. Aussi l'on apprendra avec intérêt que M. C.-G. Schillings, l'explorateur distingué de l'Afrique orientale, vient de réaliser un progrès très sérieux dans le domaine de la photographie animale par l'invention de dispositifs automatiques, permettant aux animaux de se photographier eux-mêmes, malgré eux, et à l'état de liberté parfaite. La série très étendue de photographies que publie ce savant dans un livre récemment paru fournit des documents permettant de pénétrer les secrets les plus intimes des forêts de l'Afrique.

Nous pensons intéresser nos lecteurs en leur donnant une brève description des appareils, construits dans les Ateliers d'Optique de C. P. Goerz, à Berlin, et que les constructeurs, par suite des brillants résultats obtenus par M. Schillings, ont voulu rendre accessibles à un cercle plus grand d'amateurs.

Le fauve, alléché le plus souvent par un appât et tâchant de saisir sa proie, vient toucher un cordon, qui dégage d'abord un obturateur protecteur attaché à l'objectif; immédiatement après, une poudre fulminante et l'obturateur de fente sont actionnés, et, aussitôt que la pose a eu lieu, l'objectif se recouvre automatiquement d'un autre obturateur de protection.

L'allumage de la poudre fulminante se fait, soit électriquement, soit au moyen d'une fusée d'amorces.

En dehors de la chambre photographique et du mécanisme spécial dont elle est pourvue, l'appareil comprend le support sur lequel sont montés la poudre fulminante, le réflecteur et le dispositif de déclanchement. La caisse de l'appareil photographique est en bois impré-

gné recouvert de cuir, pour résister à toutes les influences climatiques pendant une pose qui pourrait durer des heures, des jours et même des semaines. L'objectif est un anastigmat Celor-Goerz d'une grande puissance lumineuse; un obturateur à volet, disposé en regard de la plaque photographique, sert pour opérer la fermeture. La caisse de l'appareil est, du reste, munie d'un autre obturateur destiné à être employé dans le cas où le premier devrait être laissé ouvert pendant quelque temps.

Une goupille à ressort (1) s'engage dans un levier relié à l'obturateur (fig. 2). Après que le rideau a été remonté, un autre cliquet (2) vient s'engager dans le bouton remontoir (3), après quoi le second obturateur peut être fixé. L'ensemble du système de leviers est placé

dans une cloison fermée au dehors par une porte (4). Le support, pourvu de la rainure à poudre fulminante, se compose de tiges de bambou et est aussi léger que possible. La tête du support et la rainure sont en nickel-aluminium; la rainure (fig. 3) porte à sa base deux leviers (5 et 6) supportant d'un côté le sac à sable (7) et de l'autre une petite tige (8) susceptible d'être retirée rapidement. Le sac à sable est relié par une corde (9) à la fusée (10). En dessous du sac à sable, on a placé un cadre muni d'un cordon transversal qui conduit à l'appareil photographique, où il se termine par une petite tige (11).

Voici, maintenant, le mode de fonctionnement de l'appareil :

La bête à photographier arrive au contact du cordon (12) et, par là, produit la chute du premier obturateur métallique et l'ouverture de l'objectif; presque aussitôt elle tire un autre cordon (13), dont la goupille, étant retirée du levier, produit la chute du sac à sable, qui touche la corde (11) et déclanche l'obturateur de fente. En continuant sa chute, le sac arrache la fusée, et la vue photographique est prise. Lorsque l'obturateur de fente s'est ouvert parfaitement, il amène l'autre obturateur métallique automatiquement en regard de l'objectif, de façon que la plaque sensible, bien que le châssis soit ouvert, cesse d'être exposée. L'appareil peut évidemment être déclanché aussi au moment voulu par le photographe lui-même caché aux alentours.

On comprend que l'appareil décrit ci-dessus donne le moyen de conserver un portrait fidèle des attitudes des animaux pour les générations à venir, quand ces espèces auront disparu; aussi l'impulsion qu'il donnera aux recherches scientifiques sera des plus heureuses.

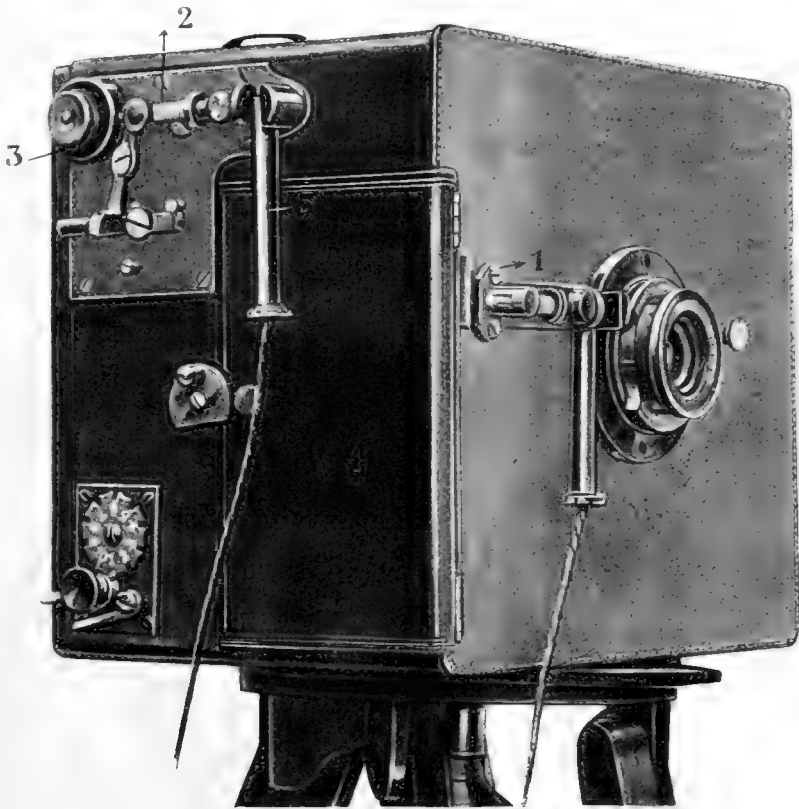


Fig. 2. — Détails de l'appareil photographique. — 1, goupille à ressort dont le déclanchement produit la chute de l'obturateur et l'ouverture de l'objectif; 2, cliquet s'engageant dans le bouton remontoir 3, qui déclanche l'obturateur de fente.

§ 4. — Géologie

La géologie du Maroc. — M. Louis Gentil, membre de la Mission de Segonzac au Maroc, a exposé récemment à la Société géologique de France les obser-

une région essentiellement désertique; enfin, il a pu visiter une région volcanique superbe, le Djebel-Sirouâ, vu déjà, de loin, par de Foucauld. Ce massif montre une grande analogie avec le Massif central de la France par son soubassement granitique et ses volcans vraisemblablement récents, dont l'aspect rappelle certains paysages d'Auvergne.

Du Djebel-Sirouâ, M. Gentil a regagné Marrakech, en traversant de nouveau la crête de l'Atlas, par un col de 3.500 mètres d'altitude.

Après avoir résumé les résultats scientifiques de son voyage, M. Gentil a esquissé les conclusions pratiques à tirer, non seulement au point de vue agricole et forestier, mais aussi relativement aux mines des zones primaires de la chaîne. La *Revue* reviendra prochainement, d'une façon détaillée, sur les conclusions qui se dégagent des récentes explorations sur la géologie du Maroc.

§ 5. — Agronomie

L'Œuvre agricole de M. P.-P. Dehéraïn.

— M. L. Maquenne a récemment retracé, devant ses élèves du Muséum, la vie et l'œuvre de son regretté prédécesseur, M. P.-P. Dehéraïn. Nos lecteurs nous sauront gré de reproduire ici quelques passages du discours de M. Maquenne :

« La Science a fait en M. Dehéraïn une perte dont elle sent encore tout le prix.

« Dès le début de sa carrière, M. Dehéraïn prit un vif intérêt aux problèmes scientifiques, surtout à ceux qui touchaient à l'Agriculture.

« Sa première Note, présentée à l'Académie le 6 juillet 1857, a pour sujet *la solubilité des phosphates de chaux fossiles dans les acides du sol*; cette question devait, d'ailleurs, le préoccuper toute sa vie: une de ses thèses de doctorat y fut consacrée, et, dans la suite, il revint sur ce sujet à plusieurs reprises, précisant les condi-

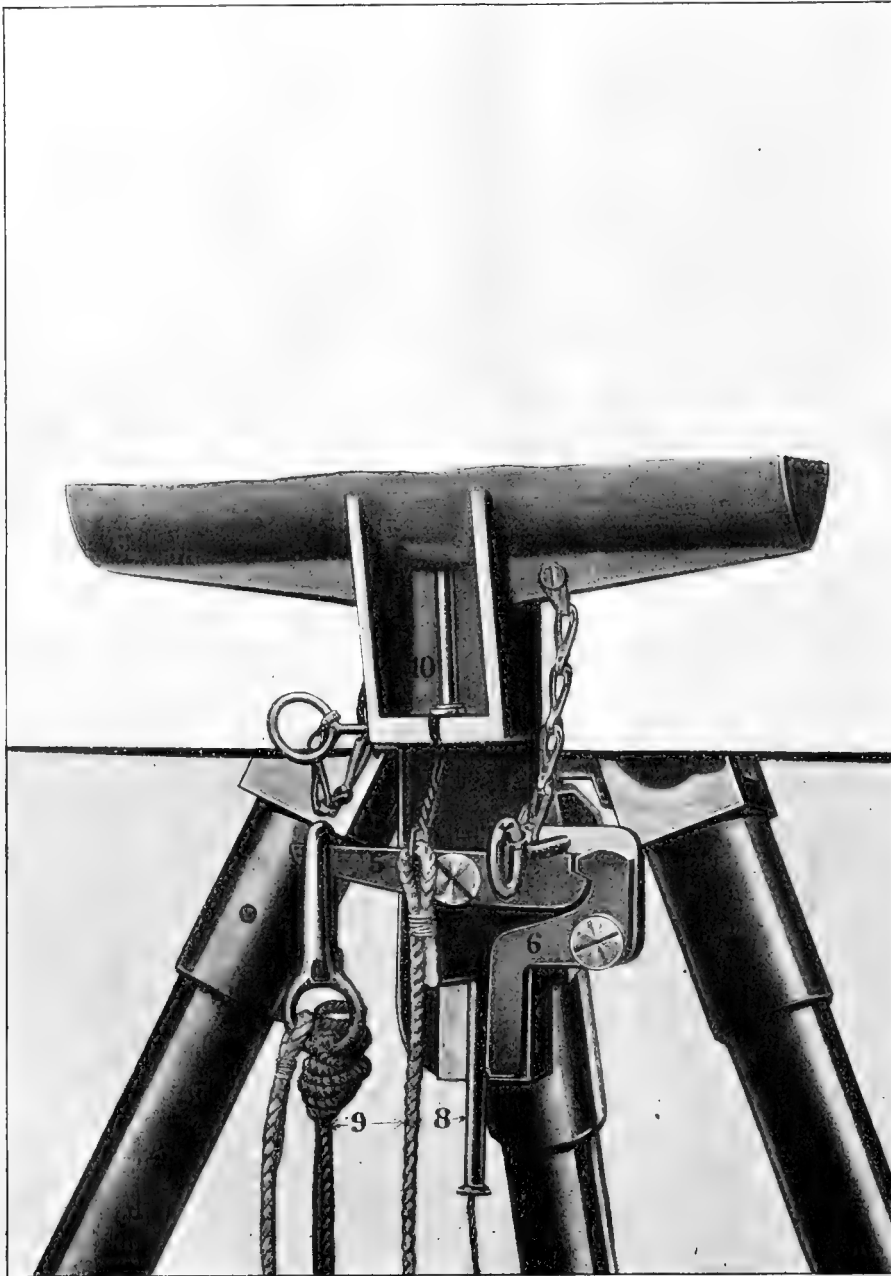


Fig. 3. — Détails du dispositif d'éclairage. — 5, 6, leviers disposés de telle façon que lorsque la tige 8 est tirée par le cordon 13 (fig. 1), le sac à sable tombe et fait partir la fusée 10 au moyen de la corde 9.

ventions qu'il a pu faire au cours de la quatrième étape de son voyage.

Parti de Marrakech, il s'est dirigé tout d'abord sur Demnat, avec M. de Flotte; puis, déguisé en rekkas (courrier à pied), il a franchi le Haut-Atlas, en se dirigeant vers le Sud. Il a pu ainsi observer la structure du sol de la montagne et y découvrir un gisement de graptolithes et une faune carbonifère assez importante. Il a ensuite longé le flanc méridional de la chaîne dans

des règles pouvant guider les praticiens. Dès le début, il avait compris nettement que, si l'on arrivait à connaître les conditions d'action des phosphates, on aurait une base certaine pour l'emploi rationnel des engrais. Cette base n'est pas encore bien fixée à l'heure actuelle; mais les progrès qui ont été faits dans cette voie sont attribuables aux premières recherches de Dehéraïn, qui avait préconisé l'emploi des acides faibles pour établir

une distinction entre l'acide phosphorique total d'une terre et la fraction qui peut être assimilée directement par les plantes. Ce sont ces recherches qui ont inspiré le nombre considérable de travaux qui, de tous côtés, ont été effectués sur ce point.

« En 1866, l'Académie des Sciences accorda le prix Bordin au célèbre Mémoire sur l'assimilation des substances minérales par les plantes. Lorsque de Saussure publia ses observations sur l'absorption des substances salines par les végétaux, il en était réduit à de vagues hypothèses sur les causes de cette absorption, variable suivant la nature de la substance dissoute. Dehérain sut mettre à profit les enseignements de la Physique, en particulier ceux, bien abstraits en apparence, que fournissaient les travaux de Graham sur la diffusion.

« Dessanomination à l'École de Grignon, il s'adonna tout entier à l'étude de la production végétale. Nous voyons alors ses recherches porter successivement sur toutes les fonctions fondamentales des plantes.

« C'est en 1875 qu'il établit, dans le domaine de l'École de Grignon, un champ d'expérience qui est aujourd'hui connu dans le monde entier. Il put alors aborder tout ce qui touche à la pratique agricole; il continua ses recherches sur la maturation, commencées en 1869, et publia de nombreux Mémoires sur le développement du seigle, de l'avoine, du blé. En 1880, il publia, sur la maturation des plantes herbacées, un travail qui peut servir de modèle dans ce genre de recherches; le choix judicieux qu'il fit des espèces à mettre en observation lui permit de montrer avec quelle énergie l'ovule fécondé fait appel aux réserves accumulées par la plante, à tel point qu'il peut arriver que celle-ci meurt brusquement, ayant fourni toute sa substance vivante à la graine. Il y a là un exemple frappant, et, à notre sens, d'une haute portée philosophique, des moyens que la Nature met en œuvre pour assurer la continuité de l'espèce.

« Les résultats des cultures faites au champ d'expériences de Grignon furent, dès le début, publiés régulièrement dans les *Annales agronomiques*, qu'il avait fondées en 1875.

« L'importance considérable que prenait graduellement la culture de la betterave en France devait naturellement conduire l'agronome qu'était Dehérain à étudier les conditions favorables à la production du sucre. Dès 1875, il s'attaqua à ce problème, d'abord au Muséum avec son maître et ami Frémy, ensuite au champ de Grignon, et enfin sur les domaines de M. Porion, à Wardrecques et à Blaringhem. Il démontra le grand avantage qu'il y a, pour la richesse saccharine des racines, à les maintenir en lignes serrées. Depuis quelques années, le prix du sucre est devenu tel que la culture des betteraves sucrières n'est rémunératrice que dans des terres et des régions bien appropriées; si les conditions climatiques et les qualités du sol ne sont pas nettement favorables, le cultivateur ne peut plus produire de betteraves de sucrerie, et il a alors intérêt à faire des betteraves pour la nourriture de ses animaux. Si, dans ces conditions, il n'est plus astreint à produire des racines très riches en sucre, il doit néanmoins donner à ses bêtes une plante qui soit alimentaire. Dehérain montra l'erreur grossière dans laquelle tombaient les agriculteurs, et qui consiste à produire des betteraves énormes, géantes, mais ne contenant que de l'eau. Il s'efforça de prouver que l'on produit plus de sucre, plus de matière azotée, plus de nourriture, en un mot, sur une surface donnée, en cultivant de petites racines, ce qui peut s'obtenir en choisissant des variétés appropriées et en les cultivant en lignes serrées. Il préconisa ce mode de culture dans divers ouvrages et périodiques populaires; et, ici encore, il avait réussi à faire partager sa manière de voir par un grand nombre de cultivateurs, qui lui soumettaient volontiers les résultats de leurs essais.

« Le choix judicieux de la variété et le mode de culture ne sont pas les seuls moyens dont dispose l'agriculteur pour accroître ses récoltes; la nutrition de la plante est aussi de première importance. L'étude des engrais de-

vait donc trouver sa place au champ d'expériences de Grignon. Dehérain reconnut bientôt que, sur ce sol, les phosphates et les sels de potasse présentent peu d'efficacité, fait qui s'accorde bien avec les renseignements que fournit l'action des acides faibles sur la terre de Grignon. De sorte qu'il fut naturellement porté à étudier cet engrais toujours efficace, le fumier de ferme. Sa composition, sa fabrication, sa conservation, son emploi ont fait l'objet d'un grand nombre de ses Mémoires. Persuadé que le fumier agit non seulement par l'azote et les éléments minéraux qu'il renferme, mais aussi par sa matière organique, il insistait vivement, dans ses leçons, sur la préparation de cette substance par les fermentations qui ont leur siège dans le tas de fumier. Et, chaque année, il conduisait ses auditeurs du Muséum à Grignon, dans la cour de la ferme de l'École, pour leur montrer comment on fabriquait un bon fumier.

« La dénitrification avait déjà fait l'objet de ses recherches en 1882, époque à laquelle il montra l'existence dans le sol d'organismes réducteurs des nitrates, avec dégagement d'azote ou de protoxyde d'azote. Il revint sur ce sujet en 1897 pour répondre à des expériences faites en Allemagne et qui étaient de nature à jeter le discrédit sur des pratiques agricoles séculaires. Il avait coutume de dire que, lorsque la science est en désaccord avec les habitudes des cultivateurs, c'est la science qui a tort. Des agronomes allemands prétendaient qu'il est souvent dangereux d'employer du fumier de ferme, que celui-ci apporte au sol des ferments dénitrificateurs et, par suite, pourra causer des pertes d'azote, qu'en particulier il faut absolument éviter de mettre sur la même terre du fumier et du nitrate de soude. Il y avait donc désaccord absolu entre les faits observés au laboratoire et la pratique agricole. Dehérain fit voir que celle-ci avait raison, que les organismes de la dénitrification existent dans le sol, et qu'à ce point de vue leur apport par le fumier est négligeable, que, dans les conditions ordinaires, la dénitrification n'est pas à craindre, et que, si certains auteurs l'ont observée, c'est qu'ils employaient des doses de fumier dix ou vingt fois supérieures à celles qui correspondent à nos plus fortes fumures.

« Tous ces travaux et bien d'autres ont été publiés en détail dans les *Annales agronomiques*. Ils ont été condensés dans le *Traité de Chimie agricole*, dont Dehérain a fait paraître une deuxième édition à la fin de 1901. Dans la préface de ce livre magistral, dont la publication lui coûta un travail considérable, il synthétise, pour ainsi dire, le labeur de sa vie entière. Rappelant les grandes découvertes du XIX^e siècle, la nitrification, la fixation de l'azote gazeux, qui découlent de l'œuvre de Pasteur, il montre comment il est amené à considérer l'eau comme l'agent de fertilité par excellence pour le sol. Si l'on arrive à fournir à la terre assez d'eau pour subvenir à la transpiration des végétaux et au bon fonctionnement des ferments du sol, on est assuré de produire des récoltes rémunératrices. De là à voir dans l'irrigation l'avenir de l'agriculture, il n'y a qu'un pas : « Arroser le sol de la France est la grande entreprise qui fera la gloire du XX^e siècle et assurera sa prospérité agricole, car l'eau est la première condition de fertilité. »

« En même temps que physiologiste et savant agronome, Pierre-Paul Dehérain fut un écrivain remarquable et un brillant professeur. Ses ouvrages, d'une clarté incomparable, témoignent de la lucidité de son esprit et de la justesse de ses vues; tous ceux qui l'ont entendu, au Collège Chaptal, à l'École de Grignon ou au Muséum, ont gardé de ses leçons un souvenir extrêmement vif.

« D'ailleurs, il aimait la vulgarisation autant que l'enseignement, et c'est ce penchant naturel qui l'a conduit à publier, à partir de 1862, l'*Annuaire scientifique*, dans lequel, avec le concours de MM. Brouardel, Duméril, Gariel, Marey, Mascart, Potier, Rayet, G. Tissandier, Trélat, etc., il rendait compte annuellement des progrès de la science; cette publication intéressante, inter-

rompue par la guerre, cessa de paraître en 1870. Dehérain prit, quelques années plus tard, la direction des *Annales agronomiques*, dont les vingt-huit volumes forment aujourd'hui une collection rare, renfermant, outre un grand nombre de mémoires originaux, un résumé complet de tous les travaux intéressant la Chimie agricole, l'Agriculture et la Physiologie végétale qui ont été publiés depuis trente ans en France et à l'Étranger.

« De bonne heure chef de laboratoire, Dehérain vit passer auprès de lui un grand nombre d'élèves; il les aimait, les encourageait de toutes ses forces, en faisait ses collaborateurs et, lorsqu'il les en jugeait dignes, les soutenait de toute son influence. L'amour du travail, qu'il savait inspirer à tous, était à ses yeux la plus haute qualité d'un savant; il fut pour lui-même une ressource précieuse dans les cruelles épreuves qu'il eut à subir. Grande fut sa joie lorsque certains de ses élèves vinrent prendre place à côté de lui à l'Académie des Sciences; aussi grandes sont la reconnaissance et l'affection que tous lui ont vouées.

« Il y a quelques années, Dehérain fut atteint de la cataracte; opéré avec succès, il revint bientôt à ses amphithéâtres et à ses laboratoires du Muséum et de Grignon. Au cours de son immense labeur, poursuivi sans interruption pendant quarante-cinq ans, il n'a pas songé à prendre un seul instant de repos.

« Il mourut après trois semaines de maladie, le dimanche 7 décembre 1902. Six semaines auparavant, le 27 octobre, il présentait encore à l'Académie des Sciences une Note, relative aux récoltes extraordinaires du froment obtenues en 1902 au champ d'expériences de Grignon.

« Sa perte a été vivement ressentie par les agronomes du monde entier; elle est plus particulièrement cruelle pour ceux auxquels il a été donné, comme à nous, de l'approcher quotidiennement et d'apprécier l'homme en même temps que le savant.

« Il avait su s'entourer d'affections filiales autant que de respectueuses sympathies; sa vie, faite tout entière de labeur incessant, de nobles ambitions, de dévouement à la science et au pays, restera un bel exemple pour les jeunes qui aspirent à devenir des maîtres à leur tour.

« **L. Maquenne,**
« Membre de l'Institut. »

§ 6. — Sciences médicales

Tremblement congénital chez des faisans.

— On a signalé chez l'homme l'existence d'un tremblement congénital, sorte de névrose qui est souvent héréditaire.

MM. Raymond et Thaon ont présenté à la Société de Neurologie de Paris des faisans atteints d'un tremblement congénital tout à fait comparable à celui qu'on observe chez l'homme. Ce tremblement agite le corps tout entier en oscillations dans le sens vertical; il donne l'aspect d'un frisson. Au repos, il est peu accentué; il s'exagère dans les mouvements rapides. Cependant, les animaux vont, viennent, mangent, comme leurs congénères, sans manquer de précision dans leurs mouvements.

Il est à remarquer que ces faisans sont nés de parents consanguins, que le tremblement existait dès leur sortie de l'œuf, que les animaux ont toujours été débiles et inféconds, aussi bien dans leurs accouplements entre eux qu'en accouplant chacun d'eux avec un sujet sain.

On peut voir dans ce tremblement un stigmate morbide de dégénérescence, qui vient confirmer l'existence, chez l'animal, de stigmates dégénératifs tout à fait comparables à ceux qu'on observe dans l'espèce humaine.

Crise de faux accouchement chez une tabétique. — On sait que, dans le tabes, il existe des douleurs dites « douleurs en ceinture », dans lesquelles la malade a la sensation d'une constriction doulou-

reuse du thorax ou de l'abdomen. M. Jean Abadie (de Bordeaux) a rapporté à la Société de Neurologie un cas de crises douloureuses chez une femme tabétique simulant à s'y méprendre le syndrome douloureux de l'enfantement. Cette femme, qui a eu quatre enfants, établit elle-même la comparaison : ses crises de faux accouchement se caractérisent par des douleurs paroxystiques qui peuvent durer des heures et même des journées et qui suivent le cycle habituel des douleurs de la parturition : douleurs préparantes, expulsives, concassantes. Ces douleurs sont à rapprocher également des crises urétrales et rectales des tabétiques.

§ 7. — Enseignement

Les docteurs en médecine candidats au doctorat ès sciences. — Par un arrêté en date du 3 juillet 1903, le Ministre de l'Instruction publique vient d'autoriser les docteurs en médecine, aspirant au doctorat ès sciences (sciences physiques ou sciences naturelles), à subir les épreuves sans produire le diplôme de licencié ès sciences.

Ils devront toutefois justifier :

1^o Pour les *sciences physiques*, du certificat d'études supérieures de Physique générale et du certificat d'études supérieures de Chimie générale;

2^o Pour les *sciences naturelles*, de deux des certificats d'études supérieures de sciences ci-après, à leur choix : Zoologie ou Physiologie, Botanique, Géologie ou Minéralogie.

Bourses de voyage autour du monde.

— Le généreux anonyme fondateur des Bourses de voyage autour du monde, qui étaient réservées jusqu'à ce jour aux agrégés de l'Université ayant subi le concours d'agrégation depuis moins de dix ans, vient de créer deux nouvelles bourses destinées à des femmes agrégées.

Le jury, présidé par M. Liard, vice-recteur de l'Université de Paris, assisté de M. Casimir-Périer, avait reçu 26 demandes. Il a choisi comme titulaires des nouvelles bourses : M^{lle} Amieux, professeur aux Lycées Lamartine et Victor-Hugo, agrégée des Sciences, et M^{lle} Sapy, maîtresse adjointe à l'École Normale supérieure de Sèvres, agrégée des Lettres. Les titulaires ont été avisés en même temps que le montant des bourses mises à leur disposition avait été porté par le fondateur de 7.500 à 8.500 francs.

Personnel universitaire.

— M. Parmentier, docteur ès sciences, chargé d'un cours complémentaire de Botanique agricole à la Faculté des Sciences de Besançon, est nommé professeur de Botanique agricole à la dite Faculté (*fondation de l'Université de Besançon*).

M. Grignard, docteur ès sciences, chargé des fonctions de maître de conférences de Chimie à la Faculté des Sciences de Lyon, est nommé maître de conférences de Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de Besançon.

M. Swyngedauw, docteur ès sciences, maître de conférences de Physique à la Faculté des Sciences de Lille, est nommé professeur de Physique et d'Électricité industrielles à ladite Faculté.

M. Bourget, docteur ès sciences, maître de conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Toulouse, est nommé professeur à ladite Faculté.

M. Dubard, docteur ès sciences, est nommé maître de conférences de Botanique coloniale à la Faculté des Sciences de Paris.

M. Giraud, agrégé des Sciences naturelles, docteur ès sciences, chef de la Mission scientifique de la Martinique, est nommé maître de conférences de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Clermont (*fondation de l'Université de Clermont*).

M. Levavasseur, docteur ès sciences, est nommé maître de conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Lyon.

NOUVELLES RECHERCHES SUR LE POIDS ATOMIQUE DE L'AZOTE

CONFÉRENCE A LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

C'est un très grand honneur que me fait le Conseil de la Société chimique en m'appelant à vous entretenir des travaux récents sur le poids atomique de l'azote et des conclusions que je crois pouvoir en tirer; j'y vois une preuve de confiance et un encouragement. Je prie donc son Président d'accepter l'hommage de ma vive reconnaissance.

Par des voies différentes, mais concordantes dans leurs résultats, on arrive aujourd'hui à la conclusion que le poids atomique de l'azote, tel qu'il résulte des travaux de Stas, est inexact. L'erreur est de 1/467, si l'on se reporte à la valeur $Az = 14,04$ de la Table internationale pour 1905; elle est de 1/311 si l'on admet le nombre donné en dernier lieu (1882) par l'illustre chimiste belge, $Az = 14,055$. En d'autres termes, la valeur probable du poids atomique de l'azote est $Az = 14,01$.

Au premier abord, on peut se demander comment, depuis les célèbres travaux de Stas, publiés en 1860 et 1865, les chimistes ont pu se contenter d'une valeur comportant une erreur aussi considérable, sans qu'aucun fait ne soit venu la révéler; il semble, en particulier, étrange que les innombrables dosages d'azote effectués chaque année dans les divers domaines où cet élément joue un rôle important, — qu'il s'agisse de la Chimie minérale ou organique, de l'Économie rurale, de l'industrie des explosifs, etc., — n'aient pas fait apparaître cette erreur. Je ne vois qu'une explication plausible: c'est que les chimistes, en très grande majorité, ont continué à faire leur calcul avec la valeur arrondie $Az = 14,00$, adoptée vers 1843, à la suite des travaux de Marignac, valeur qui ne diffère du nombre exact que de 1/1.400.

Quoi qu'il en soit, on ne peut évidemment abandonner les résultats d'un expérimentateur aussi consommé que Stas, sans être absolument sûr que ceux-ci sont entachés d'erreur. C'est ce qui explique et justifie la prudence de la Commission internationale des Poids atomiques; on ne peut, certes, lui faire un reproche d'avoir conservé jusqu'à présent la valeur $Az = 14,04$. Mais aujourd'hui, malgré la grande et légitime admiration qu'inspirent partout et qu'inspireront longtemps encore les travaux de Stas, — et je suis du nombre de ses admirateurs, de ceux, en particulier, qui gardent un souvenir vivant de l'accueil bienveillant du Maître, en son laboratoire de Bruxelles, — le moment est venu où l'on doit avoir le courage de rompre avec le

passé et de reconnaître l'erreur commise. L'examen attentif de la question, la critique serrée des travaux sur le sujet démontrent en effet:

1° *Que les méthodes gravimétriques classiques suivies par Stas, ses devanciers ou ses continuateurs ne comportent pas une précision suffisante pour permettre de garantir la seconde décimale du poids atomique de l'azote;*

2° *Que des méthodes nouvelles, d'ordre physico-chimique, permettent, au contraire, d'atteindre cette précision et conduisent à la valeur $Az = 14,01$;*

3° *Que les méthodes gravimétriques nouvelles, plus rationnelles et plus précises que celles qui ont été suivies antérieurement, conduisent déjà à des résultats qui confirment la valeur du poids atomique de l'azote obtenue par les méthodes physico-chimiques.*

Ce sont ces trois ordres de considérations que je désire développer devant vous.

Mais, au préalable, il convient de préciser en quelques mots l'histoire de la question: C'est en 1895 qu'un doute sérieux a été émis pour la première fois par lord Rayleigh et sir William Ramsay¹ sur le poids atomique de l'azote. Ayant déterminé, avec une grande exactitude, la densité de l'azote chimique, ces savants constatèrent que, rapportée à celle de l'oxygène ($O = 16$), cette densité était égale à 14,003; pour l'azote atmosphérique, mélangé d'argon, ce rapport est égal à 14,07; il coïncide donc à peu près avec le nombre de Stas, 14,055 ou 14,06, fait singulier, mais non unique dans l'histoire de la Science, qui a certainement contribué à donner une fausse sécurité sur l'exactitude de ce nombre.

Peu après, M. Leduc², à la suite de ses belles recherches sur les gaz, a été amené de son côté, en 1897, à substituer à la valeur $Az = 14,075$, qu'il avait proposée en 1894 pour le poids atomique de l'azote, le nombre $Az = 14,005$.

C'est aussi à cette même valeur $Az = 14,005$ que M. D. Berthelot³ s'est arrêté, dans son Mémoire

¹ RAYLEIGH et RAMSAY: *Phil. Trans. A.*, 1895, t. CLXXXVI, p. 187.

² A. LEDUC: *C. R.*, 1897, t. CXXV, p. 229. Recherches sur les gaz (*Ann. Chim. Phys.*, 1898, mémoire édité à part, Gauthier-Villars, Paris, 1898). Sur la loi des volumes moléculaires (*Conférences du laboratoire de M. Friedel. Carré*, Paris, 1894).

³ D. BERTHELOT: *C. R.*, 1898, t. CXXVI, p. 954, 1030, 1415 et 1501 (mémoire détaillé inséré au *Journal de Physique*, Paris, 1898).

remarquable sur la méthode des densités-limites (1898), mémoire basé principalement sur les mesures de MM. Leduc et Sacerdote.

Enfin, en 1900, au cours d'études sur les constantes de l'équation de M. Van der Waals, études qui nous ont obligés à choisir une valeur aussi exacte que possible du poids atomique de l'azote, nous avons adopté, M. Friderich et moi¹, le nombre $Az = 14,005$, en nous appuyant principalement sur le rapport des densités de l'azote et de l'hydrogène, corrigé au moyen des expériences de compressibilité de Regnault.

Tandis que se poursuivaient ces travaux d'ordre physico-chimique, quelques revisions, par des méthodes gravimétriques, étaient entreprises, mais sans conduire, cependant, à des résultats concluants. C'est, du moins, l'impression qui se dégage à la lecture des critiques dont elles ont été l'objet récemment encore de la part de M. Richards², savant particulièrement compétent en ces matières, auquel j'emprunte le résumé sommaire qui suit :

TABLEAU I. — Valeurs du poids atomique de l'azote trouvées par divers savants.

Méthodes	Az
Rapport HCl : AzH ³ (Thomsen, 1894)	14,021
— Ag : AgAzO ³ (Hardin, 1896)	14,01
— { KAzO ³ : KCl } (Hibbs, 1896)	14,01
— { NaAzO ³ : NaCl } (Hibbs, 1896)	14,01
— AgCAz : Ag (Dean, 1900)	14,031
Analyse : sels de l'acide azothydrique (Ramsay et Aston, 1903)	13,903
Rapport CO ² Na ² : 2AzO ² Na ² (Richards)	14,02
Rapports { CsAzO ³ : CsO ^{1/2} } (Richards et Archibald, 1904)	14,037 à 14,040

Les dernières expériences de MM. Richards et Archibald, en particulier, n'étaient pas de nature à dissiper la discordance entre les résultats physico-chimiques, d'une part, et les résultats gravimétriques, d'autre part; c'était, en effet, la confirmation du poids atomique international, $Az = 14,04$.

En présence de ces désaccords, l'étude plus approfondie de la question s'imposait à nouveau : ou les méthodes classiques ou les méthodes physico-chimiques sont en défaut; l'un des résultats contradictoires doit être abandonné.

Dans le but de chercher à élucider ce problème, divers travaux d'ordre expérimental ou théorique furent entrepris dans mon laboratoire, à partir des années 1901 et 1902, les uns ayant pour objet de préciser divers points relatifs aux méthodes physico-chimiques, les autres destinés à jeter les bases de nouvelles méthodes gravimétriques plus ration-

nelles que celles qui ont été employées jusqu'à présent.

Le travail que comportait l'exécution du programme tracé au début était considérable; il n'aurait pu être mené à bien, en si peu de temps, sans la collaboration précieuse et éclairée d'amis ou d'anciens élèves. Mon assistant, M. le D^r A. Jaquero, ainsi que MM. les D^{rs} S. Bogdan, Ch. Davila, L. Demolis, Ed. Mallet, L. Perrot, A. Pintza et O. Scheuer, ont bien voulu coopérer à des titres divers à ces recherches.

C'est donc de l'ensemble de ces travaux que je me permettrai surtout de vous entretenir, et c'est de la discussion de leurs résultats, discussion souvent faite en commun, que sont sorties les trois conclusions fondamentales que je formulais tout à l'heure.

Me voici donc ramené à mon sujet; il ne me reste plus qu'à solliciter votre indulgence pour l'emploi fréquent de tableaux numériques que je ne puis me dispenser de mettre sous vos yeux, si je veux chercher à vous faire partager la conviction acquise à la suite d'un effort personnel de plusieurs années.

I

Les méthodes gravimétriques classiques ne comportent pas une précision suffisante pour déterminer exactement la seconde décimale du poids atomique de l'azote.

Pour démontrer cette première thèse, il est nécessaire de rappeler d'abord, en quelques mots, les principes sur lesquels reposent ces méthodes⁴, suivies, d'ailleurs, presque exclusivement par tous les savants qui se sont occupés de la détermination du poids atomique de l'azote :

1^o Du rapport du chlorure d'ammonium à l'argent, on déduit le poids moléculaire du chlorure d'ammonium, et, par soustraction des poids atomiques Cl + 4H, on obtient le poids atomique de l'azote; même méthode par le rapport AzH⁴Br : Ag;

2^o En transformant un poids donné de chlorure de potassium en nitrate de potassium, ou *vice versa*, on calcule le poids moléculaire de KAzO³, connaissant KCl; par soustraction des éléments K + 3O, on obtient le poids atomique de l'azote; même méthode appliquée aux rapports NaAzO³ : NaCl; LiAzO³ : LiCl;

3^o La transformation des chlorates alcalins en nitrates, soit la détermination des rapports KAzO³ : KClO³, — NaAzO³ : NaClO³, — fournit, d'une façon analogue, une nouvelle valeur du poids atomique de l'azote;

4^o La transformation de l'argent en nitrate d'argent, soit le rapport AgAzO³ : Ag, de même que le

¹ GUYE et FRIDERICH : *Arch. Sc. ph. nat. Genève* (4), 1900, t. IX, p. 505.

² TH. W. RICHARDS : *Proc. Am. Phil. Society*, 1904, t. XLIII, n^o 176, p. 116.

⁴ Voir F. W. CLARKE : *Recalculations of the atomic weights*. Washington, 1897.

rapport $AgCaZ : Ag$, conduisent à de nouvelles valeurs du poids atomique de l'azote.

Toutes ces méthodes sont indirectes ; elles rentrent dans la catégorie des méthodes dites « du second groupe » ; le poids atomique cherché est donné par une expression de la forme : $X = Ar - B$, où r est le rapport atomique déterminé expérimentalement (par exemple, le rapport pondéral du chlorure d'ammonium à l'argent pour la première méthode rappelée plus haut), A est un poids moléculaire ou atomique supposé connu (Ag dans l'exemple considéré) et B une somme de poids atomiques supposés aussi connus ($Cl + 4H$ dans le même exemple).

Pour juger de la précision que ces méthodes sont susceptibles de donner, il est nécessaire d'être exactement renseigné : 1° sur la précision réalisable dans la détermination du rapport r ; 2° sur l'exactitude avec laquelle les quantités A et B sont connues.

Reprenons ces deux points séparément.

Les rapports atomiques r , utilisés par les méthodes classiques, sont certainement parmi ceux qu'on a obtenus avec le plus haut degré de concordance dans ce genre de travaux, soit que l'on envisage les diverses déterminations d'un même expérimentateur, soit que l'on compare les moyennes d'un même rapport déterminé par des observateurs différents. Dans le premier cas, les écarts extrêmes d'une même série de mesures sont souvent compris entre $1/8.000$ et $1/15.000$; dans le second cas, les écarts extrêmes entre les moyennes de plusieurs expérimentateurs sont généralement compris entre $1/3.000$ et $1/10.000$. Pour ne pas être trop pessimiste, j'admettrai que ces rapports atomiques r sont généralement déterminés avec une précision de $\pm 1/10.000$.

Il n'en est pas de même des poids atomiques entrant dans les quantités A et B de la relation précédente $X = Ar - B$. Ces poids atomiques sont, en effet, ceux des éléments Ag, Cl, Br, Li, Na, K, C . Presque tous sont reliés plus ou moins directement au poids atomique de l'argent. Il importe donc de voir en premier lieu avec quelle exactitude ce dernier est déterminé.

Les auteurs qui ont cherché à fixer la valeur la plus probable de ce poids atomique, en utilisant, presque tous, les mêmes déterminations, mais en combinant différemment les données des expériences, ont été conduits aux valeurs moyennes suivantes :

TABLEAU II. — Valeurs du poids atomique de l'argent trouvées par divers savants.

Auteurs	Ag pour O = 16
Meyer et Seubert	107,93
Ostwald	107,94

Auteurs	Ag pour O = 16
Thomsen	107,93
Clarke (1897)	107,92
Clarke (1902)	107,95
Van der Plaats	107,92

La Table internationale pour 1905 indique $Ag = 107,93$.

L'écart extrême entre ces diverses valeurs est de $1/3.000$ environ. La précision avec laquelle le poids atomique de l'argent est connu ne peut donc guère dépasser $\pm 1/5.000$. C'est, d'ailleurs, celle que l'on peut attendre lorsqu'on remarque que toutes les méthodes qui donnent le poids atomique de l'argent le relient à celui de l'oxygène, non pas directement, mais toujours au moyen de deux rapports atomiques. En admettant que l'erreur sur chacun d'eux soit de $1/10.000$ (limite de la précision des rapports atomiques gravimétriques), et que les erreurs s'ajoutent, l'incertitude est de nouveau exprimée par la fraction $1/5.000$.

Ce premier point étant admis, il est évident que les poids atomiques des éléments Cl, Br, Li, Na, K , qui ne sont reliés qu'à l'argent, ne peuvent être connus avec une plus grande précision. Dépendant tous de trois rapports atomiques, il semblerait même logique de fixer à $\pm 1/3.300$ environ la précision avec laquelle ils sont déterminés. Et, de fait, les corrections apportées récemment à trois des poids atomiques de Stas, relatées au tableau III, justifient pleinement cette conclusion.

TABLEAU III. — Nouvelles valeurs des poids atomiques de I, Cl et Na.

Éléments	Valeurs modernes pour $Ag = 107,93$	Valeurs calculées par M. Clarke (1897)
Iode	126,970	126,847
Chlore	35,473	35,447
Sodium	23,008	23,048

Les écarts sont $1/1.000$ pour I, $1/1.360$ pour Cl, et $1/366$ pour Na!!!

Néanmoins, pour ne pas foncer le tableau trop au noir, et simplifier en même temps le calcul des erreurs possibles, admettons que tous les poids atomiques auxquels on relie celui de l'azote sont connus avec une exactitude de $1/5.000$. Si l'on trouvait ce jugement un peu sévère pour l'argent, on reconnaîtra qu'il est très indulgent pour les autres éléments qui en dépendent : Cl, Br, Li, Na, K .

Avec ces données fondamentales, il est aisé de calculer l'erreur ΔAz à laquelle on s'expose en déterminant le poids atomique de l'azote par l'une des méthodes du second groupe. Dans cette estimation, on peut envisager d'abord deux cas extrêmes : 1° les erreurs sont toutes de même signe et s'ajoutent ; 2° les erreurs sont de signes alternés, de façon à se compenser le mieux possible. Si l'on admet, pour une première approximation, que

l'erreur moyenne imputable à une méthode est égale à la moyenne de ces deux valeurs extrêmes prises toutes deux avec le même signe, on arrive ainsi à une notion de ΔAz moyen dont il est intéressant de fixer la grandeur numérique. Voici les résultats auxquels conduit ce genre de calcul¹ avec les limites de précision ci-dessus indiquées, soit $\pm 1/10.000$ pour le rapport r et $\pm 1/5.000$ pour les poids atomiques Ag, Cl, Br, Li, Na, K.

TABLEAU IV. — *Limite de la précision certaine sur le poids atomique de l'azote déterminé par les diverses méthodes classiques.*

Méthodes ou rapports atomiques	ΔAz moyen
1. $AzH^4Cl : Ag$	$\pm 0,013$
2. $AzH^3Br : Ag$	0,027
3. $KAzO^3 : KCl$	0,020
4. $NAzO^3 : NaCl$	0,017
5. $LiAzO^3 : LiCl$	0,014
6. $AgAzO^3 : Ag$	0,039
7. $KAzO^3 : KClO^3$	0,020
8. $NAzO^3 : NaCl$	0,017
9. $AgCAz : Ag$	0,037
10. $AzH^3 : HCl$	0,003

Il résulte de l'examen de ces chiffres qu'aucune des méthodes classiques (1 à 9) n'est susceptible, vu la précision actuelle des éléments dont elles dépendent, de conduire à une valeur du poids atomique de l'azote dont on puisse garantir la seconde décimale; l'incertitude que comportent ces méthodes est comprise entre 1 et 4 unités de la seconde décimale; elle serait encore plus élevée si l'on n'avait pas admis une compensation partielle des erreurs ou si l'on tenait compte de la grandeur réelle des erreurs récemment trouvées sur plusieurs poids atomiques supposés connus (voir tableau III).

Ce n'est pas qu'il faille en conclure que tous les résultats de tant de travaux soient à rejeter en bloc, ni qu'aucune méthode du second groupe ne soit susceptible de conduire à des résultats précis. La valeur de ΔAz moyen pour la méthode de M. Thomsen (rapport $AzH^3 : HCl$), inscrite à dessein à la fin du tableau, démontre, au contraire, que des méthodes du second groupe convenablement choisies peuvent parfaitement conduire à des résultats précis.

Ce qui est certain, par contre, c'est que les méthodes classiques sont actuellement fort mal choisies. Je dis « actuellement », et cela simplement en raison du fait qu'il y a une grande disproportion entre la précision des rapports atomiques qu'elles utilisent et l'exactitude avec laquelle les poids atomiques supposés connus le sont réellement. Le jour où ces poids atomiques seront déterminés d'une façon plus rigoureuse, les résul-

tats expérimentaux des méthodes que nous venons de discuter seront très probablement de nouveau utilisables. La valeur du poids atomique de l'azote que l'on en déduit aujourd'hui est comparable à la détermination topographique d'une longueur résultant d'une triangulation dont les angles auraient été mesurés avec une précision notablement plus élevée que celle avec laquelle aurait été déterminée la base; le jour où la base sera connue avec une plus grande exactitude, les mesures d'angles reprendront toute leur importance.

Quoi qu'il en soit, je crois ainsi avoir démontré ma première thèse :

Les méthodes gravimétriques classiques ne comportent pas une précision suffisante pour déterminer exactement la seconde décimale du poids atomique de l'azote.

Nous sommes, dès lors, fondés à en faire abstraction, momentanément du moins, pour fixer la valeur la plus probable de ce poids atomique, puisque le débat actuel se résume à savoir si cette valeur est 14,01 ou 14,04.

II

Les méthodes physico-chimiques modernes comportent une précision suffisante pour déterminer exactement la seconde décimale du poids atomique de l'azote.

L'importance de ces méthodes ne paraît pas avoir été bien comprise jusqu'à présent de tous les chimistes. La faute en est peut-être aux physico-chimistes, qui ne se sont pas suffisamment efforcés d'en faire saisir l'origine et la portée. On me permettra donc d'en exposer d'abord les principes fondamentaux, en cherchant surtout à établir leur coordination et à mettre en évidence leur parfaite concordance; pour les détails, le temps trop court dont je dispose m'oblige à renvoyer aux Mémoires originaux. La clarté du sujet me force aussi à renoncer à l'exposé historique de la question pour ne la présenter que sous sa forme la plus simple, telle qu'elle peut se dégager aujourd'hui des Mémoires sur ce sujet.

C'est un fait bien établi actuellement que la règle d'Avogadro-Ampère n'est que l'expression d'une loi approchée; les gaz ou les vapeurs ont des coefficients de dilatation, assez voisins il est vrai, mais cependant assez différents aussi pour qu'on ne puisse, en toute rigueur, les confondre en une valeur unique. De là résulte qu'en appliquant la règle d'Avogadro-Ampère à la détermination des poids moléculaires des gaz, en prenant l'un d'eux, — l'oxygène, par exemple, — comme base, on obtiendra pour un même gaz des valeurs un peu différentes suivant les conditions de température

¹ Sur le mode de calcul de ΔAz , voir mémoire détaillé de GUYE et BOGDAN, sous presse au *Journal de Chimie physique*.

et de pression dans lesquelles on aura opéré; dans certains cas, l'écart sur la valeur théorique dépasse 2 %. Exemple : anhydride sulfureux à 0°.

En d'autres termes, pour utiliser les densités des gaz en vue de la détermination exacte et rigoureuse de leurs poids moléculaires, et par suite des poids atomiques des éléments qui les constituent, il est indispensable de faire subir à ces densités une correction dépendant des conditions de température et de pression dans lesquelles on aura opéré.

Nous sommes actuellement à même de fixer la valeur de cette correction par quatre méthodes différentes, utilisant des données expérimentales différentes, et — fait réellement digne d'attirer notre attention — ces méthodes de correction peuvent toutes être reliées à l'équation caractéristique de M. Van der Waals, relation fructueuse s'il en fut dans la science.

L'équation de M. Van der Waals, rapportée au volume-unité :

$$(1) \quad \left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v-b) = (1+a)(1-b)(1+\alpha t),$$

fournit l'énoncé rigoureux de la règle d'Avogadro-Ampère. On en déduit, en effet¹, qu'à la température de 0° et sous la pression de 1 atm. norm.², les volumes de divers gaz contenant rigoureusement le même nombre de molécules sont entre eux comme les nombres

$$\frac{1}{(1+a)(1-b)}, \frac{1}{(1+a')(1-b')}, \frac{1}{1+a''(1-b'')}, \text{ etc.},$$

les constantes $a, b, a', b', a'', b'', \text{ etc.}$, se rapportant aux divers gaz considérés.

Ces constantes étant beaucoup plus petites que l'unité (pour les corps gazeux à 0°, elles sont inférieures à 0,01), les nombres ci-dessus seront donc assez voisins de l'unité.

Si l'on désigne par L le poids d'un litre normal de gaz (c'est-à-dire considéré à 0°, sous 1 atm., $h=0, \lambda=45^\circ$), on aura nécessairement entre le poids moléculaire M et le poids L la relation³ :

$$(2) \quad M = \frac{RL}{(1+a)(1-b)},$$

Dans le système de litre-gr.-atm., et en rapportant les poids moléculaires à 0° = 32, la valeur la plus probable de R est⁴ :

$$R = 22,412 \text{ litres.}$$

Pour fixer la valeur exacte du poids moléculaire

¹ VAN DER WAALS : *Continuität, etc.* (2^e édit.), 1^{re} partie, p. 85. — GUYE : *Journ. Ch. ph.*, 1905, t. III, p. 321.

² C'est-à-dire 1 atm., au niveau de la mer ($h=0$) et sous la latitude de 45° ($\lambda=45^\circ$).

³ GUYE et FRIDERICH : *Loc. cit.*

⁴ D. BERTHELOT : *Zeits. f. Electro-Chem.*, 1904, t. X, p. 621.

d'un gaz dont on a déterminé la densité à 0°, il faut donc encore connaître la valeur numérique du produit $(1+a)(1-b)$.

Plusieurs voies conduisent à ce résultat.

1. *Méthode par réduction des éléments critiques à 0° et 1 atm.* — Celle qui se présente la première à l'esprit consisterait à fixer les valeurs numériques de a et de b au moyen de l'équation de M. Van der Waals. On sait que, d'après ce savant, les valeurs des coefficients a et b peuvent être déterminées numériquement lorsqu'on connaît les valeurs des constantes critiques du gaz : température critique T_c et pression critique p_c .

Mais l'équation de M. Van der Waals n'est elle-même qu'une formule approchée, et l'expérience a démontré que les coefficients a et b d'un gaz, au lieu de rester constants, varient d'une façon appréciable avec la température et la pression. Ce n'est que tout récemment que l'on est parvenu à représenter ces variations avec une exactitude suffisante pour satisfaire rigoureusement à la relation (2) ci-dessus¹. Si l'on désigne par a_0 et b_0 les valeurs que prennent les coefficients a et b à 0° et sous 1 atm. norm., la formule donnant le poids moléculaire exact devient :

$$(3) \quad M = \frac{22,412 L}{(1+a_0)(1-b_0)},$$

D'où le nom de *méthode par réduction des éléments critiques à 0° et 1 atm.* donné à ce procédé de calcul.

Le calcul s'effectue le plus simplement en subdivisant les gaz en deux groupes, suivant que leur température critique est inférieure (gaz permanents) ou supérieure (gaz liquéfiables) à 0°. Pour les gaz permanents, on remplace la relation (3) par la suivante :

$$M = \frac{(22,412 + mT_c)L}{1+a)(1-b)}, \quad \text{où } m = 0,000,062,3.$$

Cela revient à poser $(1+a_0)(1-b_0) = (1+a)(1-b) - 0,000,002,10 T_c$ en conservant l'expression générale :

$$M = \frac{22,412 L}{(1+a_0)(1-b_0)}.$$

Pour les gaz liquéfiables, on se sert de la relation (3) en calculant a_0 et b_0 par les formules :

$$a_0 = a \left(\frac{T_c}{T}\right)^{3/2}, \quad b_0 = b \left(1 - \frac{T_c - T}{T_c}\right) (1 - \beta p_c),$$

où $\beta = 0,003,222,9$.

Dans toutes ces formules, a et b représentent les constantes de l'équation d'état, rapportées au vo-

¹ PH. A. GUYE : *G. R.*, t. CXXXVIII, p. 1213, et t. CXL, p. 1221. Pour le mémoire détaillé, voir *Journ. Chim. phys.*, 1905, t. III, p. 321.

lume-unité; ces constantes sont calculées au moyen des éléments T_c et p_c fournis par l'expérience.

Sans insister davantage sur les détails, il est intéressant de noter (tableau V) les résultats obtenus avec les gaz dont les densités sont le mieux connues, en faisant, pour le moment, abstraction de l'azote et des gaz azotés, puisque le poids atomique de cet élément est précisément en discussion.

TABLEAU V. — Poids moléculaires par réduction des éléments critiques.

O ₂ (base)	H ₂	Ar	CO	CO ²	C ² H ²	HCl	SO ²
32	2,0153	39,866	28,001	44,003	26,018	6,484	64,065

On déduit facilement de ces nombres un système de poids atomiques, qui se trouvent ainsi déterminés par des observations exclusivement physico-chimiques, et chacun d'une façon indépendante.

TABLEAU VI. — Poids atomiques.

Hydrogène	Carbone	Chlore
de H ₂ . . . 1,0077	de CO . . . 12,001	de HCl . . . 35,476
	de CO ² . . . 12,003	
Soufre	de C ² H ² . . . 12,002	Argon
de SO ² . . . 32,065	Moyenne . . . 12,002	de Ar . . . 39,866

Les valeurs de ces mêmes poids atomiques, déterminées par les méthodes purement gravimétriques réputées les meilleures, sont :

H	C	S	Cl
1,0076	12,002	32,038 à 32,074	35,473

La concordance est certainement excellente; on remarquera, en particulier, les nombres presque identiques trouvés pour le poids atomique du carbone, au moyen des densités des trois gaz CO, CO² et C²H² (tableau VI).

2. *Méthode des densités-limites.* — Si l'on désigne par Λ_0^t le coefficient moyen d'écart à la loi de Mariotte entre la pression $p_1 = 1$ atm. et la pression infiniment petite $p_0 = 0$ atm., et par V_1 et V_0 les volumes de gaz correspondant à ces pressions, on démontre sans difficulté¹, à partir de l'équa-

tion de M. Van der Waals, la relation suivante :

$$(1) \quad 1 - \Lambda_0^t = \frac{1}{(1+a)(1-b)}$$

On pourra donc substituer à la relation fondamentale (2) ci-dessus la suivante :

$$(3) \quad M = 22,412 L (1 - \Lambda_0^t),$$

et utiliser cette dernière pour le calcul exact des poids moléculaires.

Nous venons de la déduire de l'équation d'état, dans laquelle elle est implicitement comprise; elle a été énoncée pour la première fois¹ sous forme d'une hypothèse que l'on peut formuler ainsi :

La règle d'Avogadro-Ampère est une loi limite; elle est rigoureusement exacte sous la pression zéro.

Cette hypothèse nous apparaît donc aujourd'hui comme une conséquence de la formule de M. Van der Waals, à laquelle il m'a semblé préférable de la relier. Il est toujours utile, en effet, de réduire le nombre des hypothèses utilisées en science.

Ce mode de faire présente, d'ailleurs, un autre avantage sur lequel nous aurons l'occasion de revenir.

L'application de la relation (5) nécessite la connaissance du coefficient Λ_0^t . M. D. Berthelot a montré qu'en ce qui concerne les gaz permanents ce coefficient peut être considéré comme égal à celui qu'on mesure entre 1 et 2 atm. — Pour les gaz liquéfiables, le coefficient Λ_p^t varie à mesure que la pression baisse; la valeur mesurée entre 1 et 2 atm. ne peut donc être employée directement; elle doit subir une correction, dont le mode de calcul a été aussi indiqué par M. D. Berthelot.

Il semble, cependant, que cette correction n'est pas encore tout à fait suffisante; elle sera certainement améliorée dans la suite; d'autre part, la détermination directe de la compressibilité sous des pressions voisines de zéro présente expérimentalement de très grandes difficultés; on peut se demander si ces difficultés ont toutes été surmontées par les belles recherches de MM. Ramsay et Steele² sur les densités-limites de composés organiques à l'état de vapeur³. En attendant, pour éviter toute discussion, je n'appliquerai la méthode

¹ En effet, la relation expérimentale qui exprime les écarts de la loi de Mariotte est :

$$(1) \quad 1 - \frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = \Lambda_0^t (p_1 - p_0).$$

L'équation d'état rapportée au volume-unité peut s'écrire :

$$(2) \quad pv = 1 + a (1 - b) (1 + \alpha t - \beta p + \frac{a}{v} + \frac{ab}{v^2}),$$

qui devient, pour $p_0 = 0$ et $t = 0^\circ$:

$$[p_0 V_0] = (1 + a) (1 - b).$$

D'autre part, dans la notation de M. Van der Waals $p_1 = 1$ et $v_1 = 1$, et l'équation (1) devient :

$$[p_0 V_0] = \frac{1}{1 - \Lambda_0^t} = (1 + a) (1 - b). \quad \text{c. q. f. d.}$$

¹ Cette relation a été indiquée d'abord par Lord Rayleigh (*Roy. Soc. Proc.*, 1892, t. LVI, p. 448) à propos du rapport des densités de l'oxygène et de l'hydrogène. Mais elle n'a réellement été appliquée d'une manière générale, et développée avec toutes ses conséquences, que par M. D. Berthelot (*loc. cit.*) dans son Mémoire remarquable sur les gaz.

² RAMSAY et STEELE : *Proc. Phil. Soc.*, 1903, t. XVIII, p. 192, et *Zeit. phys. Ch.*, 1903, t. XLIV, p. 348.

³ Divers faits semblent indiquer que, pour les gaz dont la température critique est supérieure à 0°, l'application pure et simple de la méthode des densités-limites conduit à des poids moléculaires un peu trop faibles. Voir JAQUEROD et PINTZA : *C. R.*, 1904, t. CXXXIX, p. 139; GUYE et PINTZA : *C. R.*, 1904, t. CXXXIX, p. 677; JAQUEROD et SCHEUER : *C. R.*, 1905, t. CXL, p. 1384.

des densités-limites qu'aux gaz permanents, et m'efforcerai de faire ressortir la parfaite concordance de ses résultats avec ceux de la méthode précédente.

En effet, si les deux méthodes concordent, on a l'identité :

$$1 - \Lambda_0^4 = \frac{1}{(1 + a_0)(1 - b_0)},$$

qui, vu la petitesse des termes différents de l'unité, se ramène à

$$\Lambda_0^4 = a_0 - b_0 = a - b = 0,00000210 T_c.$$

dans le cas de gaz permanents.

Les données consignées au tableau VII justifient l'exactitude de cette conclusion.

TABLEAU VII. — Résultats de la méthode des densités-limites.

Gaz	Λ_0^4 (Chappuis) ¹	Λ_0^4 (Rayleigh) ²	Λ_0^4 (Jacquero d et Scheuer) ³	$(a_0 - b_0)$ par les constantes critiques ⁴
O ²	»	0,00094	0,00097	0,00095
H ²	-0,00058	-0,00053	-0,00052	-0,00052
CO	»	0,00081	»	0,00084
AzO	»	»	0,00117	0,00104
Az ²	0,00043	0,00056	»	0,00074
Ar	»	»	»	0,00090

Il résulte de ces données que le facteur de correction $1 - \Lambda_0^4$ ou $\frac{1}{(1 + a_0)(1 - b_0)}$, calculé par les deux méthodes, concorde à quelques cent millièmes près; c'est pour le bioxyde d'azote et l'azote que l'écart est le plus grand; même dans ce cas, l'écart n'est que de l'ordre du dix millième.

Cela revient à dire qu'avec les mêmes densités que celles utilisées pour établir le tableau V, la méthode des densités-limites (formule 5) conduira pratiquement aux mêmes valeurs de poids moléculaires et, par suite, aux mêmes poids atomiques que ceux qui sont consignés au tableau VI.

3. *Méthode des densités gazeuses correspondantes.* — Cette méthode se relie aussi à un théorème formulé par M. Van der Waals, à propos de la célèbre *théorie des états correspondants*. L'illustre physicien a démontré, en effet, qu'entre les densités d_1 et d_2 de deux gaz, déterminées dans des conditions correspondantes⁵ de température T_1 et

T_2 , et de pression p_1 et p_2 , on a la relation :

$$(6) \quad \frac{d_1}{d_2} = \frac{M_1}{M_2} \frac{p_{c1}}{p_{c2}} \frac{T_{c1}}{T_{c2}},$$

M_1 et M_2 étant les poids moléculaires des deux gaz, T_{c1} , p_{c1} et T_{c2} , p_{c2} leurs constantes critiques.

En raison des conditions de correspondance, cette relation peut s'écrire :

$$(7) \quad \frac{d_1}{d_2} = \frac{M_1}{M_2} \frac{p_1}{p_2} \frac{T_2}{T_1} \text{ ou bien } \frac{d_1 T_1}{p_1} : \frac{d_2 T_2}{p_2} = \frac{M_1}{M_2}.$$

A un facteur constant près, $\frac{d_1 T_1}{p_1}$ et $\frac{d_2 T_2}{p_2}$ représentent les densités gazeuses déterminées à T_1 et p_1 pour le premier gaz et à T_2 et p_2 pour le second gaz, puis ramenées à 0° et à 1 atm. par les formules des gaz parfaits (lois de Mariotte et de Gay-Lussac). De là le théorème fondamental :

Les densités des gaz, déterminées dans des conditions de température et de pression correspondantes, ramenées à 0° et à 1 atm. par les formules des gaz parfaits, sont rigoureusement proportionnelles aux poids moléculaires de ces gaz.

Ce théorème, dont la démonstration n'a été indiquée que récemment¹, a été formulé il y a quelques années déjà par M. Leduc comme une conséquence de ses recherches expérimentales sur les gaz².

Sa vérification directe constitue à proprement parler la *méthode des densités gazeuses correspondantes*.

Malheureusement, les éléments de vérification sont peu nombreux; à défaut de déterminations directes dans des conditions correspondantes, on peut utiliser les densités à 0° et sous 1 atm. lorsque l'on connaît exactement les coefficients de dilatation et de compressibilité des gaz considérés, pour les ramener à des conditions de température et de pression correspondantes.

J'aurai l'occasion de mentionner plus loin quelques vérifications de ce genre; pour le moment, je me bornerai à signaler d'abord quelques cas particuliers intéressants. Le premier concerne le poids moléculaire de l'argon. Ses constantes critiques coïncident presque exactement avec celles de l'oxygène :

	T_c	p_c	L_c
Oxygène	154,2	50,8	1,4290
Argon	152,0	50,6	1,7802

De là résulte qu'à 0° et sous 1 atm. norm. les deux gaz sont dans des conditions correspondantes, de même qu'à toutes températures et pressions égales; on peut donc déduire le poids moléculaire

¹ PH. A. GUYE : *C. R.*, 1905, t. CXL, p. 1386.

² A. LEDUC : *Conférences du Laboratoire de M. Friedel*, Paris, 1894. *Recherches sur les gaz*, Paris, 1898.

¹ CHAPPUIS : *Travaux et Mémoires du Bureau int. des Poids et Mesures*, 1903, t. VIII.

² LORD RAYLEIGH : *Phil. Trans. Roy. Soc. A.*, 1905, t. CCIV, p. 351.

³ JACQUEROD et SCHEUER : *C. R.*, 1905, t. CXL, p. 1384.

⁴ Ces valeurs sont calculées avec les données critiques consignées au mémoire GUYE : *Journ. de Chim. phys.*, 1905, t. III, p. 321.

⁵ On rappelle que les températures T_1 et T_2 sont correspondantes si $\frac{T_1}{T_{c1}} = \frac{T_2}{T_{c2}}$; de même, deux pressions sont correspondantes si l'on a $\frac{p_1}{p_{c1}} = \frac{p_2}{p_{c2}}$.

exact de l'argon du simple rapport des densités, ce qui donne :

$$\text{Ar} = 32 \cdot \frac{1,7802}{1,4290} = 39,865.$$

Par la méthode de réduction des éléments critiques, nous avons trouvé (tableaux V et VI) :

$$\text{Ar} = 39,866.$$

La concordance ne laisse donc rien à désirer.

Un second cas particulier est celui où les deux gaz comparés sont considérés aux températures auxquelles ils suivent rigoureusement la loi de Mariotte et la loi d'Avogadro-Ampère. M. D. Berthelot¹ a démontré que cette température est égale à $2,45 T_c$; je la désignerai, pour abrégé, sous le nom de *température d'Avogadro*. Dans ce cas, l'application du théorème relatif aux densités correspondantes se réduit à une formule très simple lorsqu'on connaît les densités à 0°. Soient alors t et t' les températures (centigrades) d'Avogadro pour les deux gaz, α et α' leurs coefficients moyens de dilatation entre 0° et t et entre 0° et t' sous la pression de 1 atm., L et L' le poids du litre normal des deux gaz, M et M' leurs poids moléculaires. On a alors évidemment la relation :

$$M = M' \frac{L}{L'} \frac{1 + (\alpha' - \gamma) t'}{1 + (\alpha - \gamma) t} = M' \frac{L'}{L} 1 + (\alpha' - \gamma) t' - (\alpha - \gamma) t;$$

γ est le coefficient des gaz parfaits, pour lequel on peut adopter la valeur proposée par M. D. Berthelot :

$$\gamma = 0,003.661.95 \quad \text{ou} \quad 0,003.662.$$

Un troisième cas particulier est celui où ces gaz sont considérés à des températures très élevées, par exemple au-dessus de 1000°, pour des gaz comme l'oxygène et l'azote. Le calcul démontre que les écarts aux lois de Mariotte et d'Avogadro-Ampère ne représentent plus que quelques unités de l'ordre du cent millième; ils sont donc négligeables. Si les gaz ne sont pas dissociés à ces températures, le rapport direct des densités donnera, sans correction, le rapport des poids moléculaires exacts. MM. Jaquerod et Perrot², à partir des éléments expérimentaux relatifs à la détermination du point de fusion de l'or, ont trouvé pour densité de l'azote à 1067°, rapportée à celle de l'oxygène prise égale à 16, le nombre 14,008. Nous reviendrons plus loin sur ce résultat.

4. *Méthode des volumes moléculaires.* — Le principe des densités correspondantes a été vérifié par M. Leduc, au cours de ses travaux remarquables sur les gaz. Les mesures de densités à toutes

températures qu'exigerait la vérification directe de ce principe étant très compliquées, M. Leduc a pensé que la comparaison serait faite plus facilement en considérant tous les gaz à 0° et en tenant compte du volume occupé dans ces conditions par une molécule-gramme du gaz considéré. Ce volume φ doit, d'après la théorie des états correspondants, être pour tous les gaz une même fonction de T/T_c et de p/p_c ; les études de M. Leduc sur les coefficients de compressibilité et de dilatation des gaz l'ont conduit à déterminer numériquement les constantes des formules qui permettent de calculer φ lorsqu'on connaît T_c et p_c . L'exposé de ces méthodes de calcul étant sans doute connu¹ par les études détaillées dont elles ont été l'objet, je me borne à signaler le fait que le système de poids atomiques adopté par cet observateur pour satisfaire aux relations indiquées correspond presque exactement à celui qui se déduit des poids moléculaires obtenus par réduction des éléments critiques à 0° ou par les densités-limites. Je les reproduis ci-après :

$$\text{H} = 1,0076; \quad \text{C} = 12,004; \quad \text{Cl} = 35,470; \quad \text{S} = 32,056.$$

5. *Précision réalisable dans la mesure des densités.* — Les considérations qui précèdent démontrent que les facteurs de correction, résultant de l'application rigoureuse de la loi d'Avogadro-Ampère, peuvent être déterminés de plusieurs manières indépendantes les unes des autres, et que les valeurs ainsi obtenues concordent parfaitement entre elles aux erreurs d'expérience près.

Pour juger de la précision réalisable par les méthodes physico-chimiques, il convient, enfin, d'être renseigné sur le degré d'exactitude avec lequel les densités des gaz peuvent être déterminées. La technique de ces manipulations s'étant considérablement perfectionnée en ces dernières années, je me bornerai à mettre en regard les valeurs trouvées pour quelques gaz étudiés récemment par des observateurs différents :

TABLEAU VIII. — Poids du litre normal de quelques gaz déterminé par des observateurs différents.

Gaz	Leduc	Rayleigh	Morley	Lab. Guye
O ₂ . .	1,4288	1,42905	1,4290	1,4292 (J et P)
H ₂ . .	0,08982	(0,08998) ²	0,089873	"
Az ² . .	1,2503	1,2507	"	"
CO . .	1,2501	1,2504	"	"
CO ₂ . .	1,9763	1,9769	"	1,9768 (G et P)
Az ² O . .	1,9780	1,9777	"	1,9774 (G et P)
SO ² . .	2,9266	"	Ramsay	2,9266 (J et P)
Ar . .	"	1,7802	1,7801	"

¹ LEDUC : *Loc. cit.* Pour les comparaisons de valeurs numériques, ne pas oublier que cet auteur rapporte les valeurs de φ à celle de l'oxygène prise comme unité.

² LORD RAYLEIGH (*Loc. cit.*) a reconnu que cette valeur est trop élevée.

¹ D. BERTHELOT : *Sur les thermomètres à gaz*, Paris, Gauthier-Villars, 1903. Extrait des *Mémoires du Bureau int. des Poids et Mesures*, t. XIII.

² JAQUEROD et PERROT : *C. R.*, 1905, t. CXL, p. 1542.

Si l'on tient compte du fait que les déterminations ont été exécutées dans des lieux différents, souvent par des méthodes différentes, presque toujours sur des gaz de provenance différente, on reconnaîtra que la concordance est très satisfaisante. Les écarts extrêmes sont de 1/4.800 pour O², 1/4.200 pour Az² et CO, 1/3.300 pour CO² et Az²O. Dans ces conditions, on peut admettre, sans être taxé d'optimiste, que les valeurs moyennes doivent être exactes à 1/5.000 au moins, souvent même à 1/10.000. D'autre part, les facteurs de correction employés pour le calcul des poids moléculaires exacts des gaz concordent souvent à 1/10.000 près, lorsqu'on en fixe la valeur par diverses méthodes. La précision obtenue pour les trois déterminations physico-chimiques du poids atomique du carbone à partir des densités de CO, C²H² et CO², avec un écart extrême de 1/6.000, est la confirmation de ces déductions (tableau VI).

Revenant à l'azote, la détermination exacte de la seconde décimale de son poids atomique, à une unité près, comporte seulement une précision de 1/1.400; si l'on concède aux méthodes physico-chimiques une précision de 1/5.000, l'incertitude sur le poids atomique de l'azote ne sera que de ± 0,003. On peut donc logiquement conclure que *les méthodes physico-chimiques modernes, pour la détermination des poids moléculaires des gaz et des poids atomiques de leurs constituants, comportent une précision suffisante pour fixer la valeur exacte de la seconde décimale du poids atomique de l'azote.*

III

Notre seconde thèse étant démontrée, nous avons à exposer les résultats relatifs au poids atomique de l'azote, auxquels conduisent les diverses méthodes que nous venons d'analyser. Rappelons d'abord les chiffres auxquels se sont arrêtés successivement les divers auteurs :

M. Leduc (volumes moléculaires, 1897)	14,005
M. D. Berthelot (densités-limites, 1898) :	
A partir de Az ²	14,007
— Az ² O	14,000 ⁴
MM. Guye et Friderich (densités-limites, 1900) :	
A partir de Az ²	14,005
Lord Rayleigh (densités-limites, 1905) :	
A partir de Az ²	14,008
— Az ² O	13,998
M. Guye (réduct. des éléments critiques, 1905) :	
A partir de Az ²	14,007
— Az ² O	14,006
— AzO	14,009
M. Gray (densité-limite, 1905) :	
A partir de AzO	14,006

⁴ La densité du protoxyde d'azote admise par M. D. Berthelot est trop élevée; la valeur 14,000 doit être corrigée en 13,998 (voir GUYE et PINTZA : C. R., 1904, t. CXXXIX, p. 677).

La moyenne des déterminations de 1905, qui sont les plus précises, — en excluant la valeur fournie par la densité limite de Az²O, évidemment trop basse, — est de Az = 14,007.

Les écarts entre ces diverses déterminations sont dus, en partie du moins, aux choix différents qui ont été faits des diverses mesures de densités, en partie également au fait que l'on ne s'est pas toujours placé dans les conditions réduisant au minimum la correction à apporter à la densité des gaz, telle qu'elle résulte de l'expérience.

Voici comment ces conditions sont le mieux réalisées :

Lorsqu'on compare les densités L et L' de deux gaz quelconques, le poids moléculaire cherché M sera relié au poids moléculaire connu M' par une relation de la forme :

$$M = M' \frac{L(1 + \lambda)}{L' (1 + \lambda')} = M' \frac{L}{L'} (1 + \epsilon)$$

dans laquelle (1 + λ) et (1 + λ') représentent les facteurs de correction calculés par l'une ou l'autre des quatre méthodes que nous venons de décrire; on pose, en outre, pour abréger :

$$\frac{1 + \lambda}{1 + \lambda'} = 1 + \epsilon$$

Si, au lieu de comparer tous les gaz à l'un d'eux pris comme type (l'oxygène), on limite les comparaisons à des gaz pris deux à deux, de telle façon que, pour chaque paire de gaz, les constantes critiques T_c et p_c soient voisines ou tout au moins du même ordre de grandeur, il est évident que le facteur (1 + ε) sera très voisin de l'unité. C'est donc dans ces conditions que l'on obtiendra certainement le maximum de précision, et il y a d'autant plus d'intérêt à chercher à les réaliser que la théorie des états correspondants, sur laquelle s'appuient en définitive toutes les méthodes physico-chimiques, n'est pas l'expression absolument rigoureuse d'une loi physique⁴; cela revient à dire que le calcul physico-chimique du poids moléculaire d'un gaz représente encore un calcul approché; il y a donc grand intérêt à se placer dans les conditions donnant le maximum de précision. On est d'autant plus fondé à considérer comme exactes les corrections déduites de cette théorie que celles-ci seront elles-mêmes plus faibles.

Ce mode de faire présente un autre avantage : il permet de mettre en évidence la valeur numérique du facteur de correction (1 + ε) obtenue par chacune des méthodes physico-chimiques, et de bien apprécier le degré de concordance avec lequel il est déterminé.

⁴ KR. MEYER BJERUM : Zeits. f. phys. Chem., 1900, t. XXXII p. 1.

Voici les résultats auxquels on arrive ainsi avec les gaz azotés :

1. *Rapport corrigé des densités de l'azote et de l'oxygène.* — Le rapport des densités de ces deux gaz, tel qu'il résulte des données directes de l'expérience à 0° et sous 1 atm. norm., est :

$$16 \frac{L'}{L} = 14,003 \text{ (Rayleigh)}; \quad 16 \frac{L'}{L} = 14,001 \text{ (Leduc)}.$$

On peut donc adopter une valeur unique moyenne :

$$16 \frac{L'}{L} = 14,002.$$

D'autre part, le facteur de correction, déterminé par les diverses méthodes physico-chimiques, a les valeurs suivantes, en regard desquelles sont inscrits les poids atomiques de l'azote obtenus en corrigeant le chiffre brut 14,002 :

TABLEAU IX. — Valeurs du facteur de correction et poids atomiques de l'azote qui s'en déduisent¹.

Méthodes	Facteur de correction	Az
1. Densités-limites à 0° (D. Berthelot)	1,00038	14,008
Densités-limites à 0° (Rayleigh).	1,00038	14,008
2. Réduction à 0° des éléments critiques (Guye).	1,00044	14,008
3. Densités correspond. Az ² $\frac{37^\circ}{503}$, O ² $\frac{100^\circ}{760}$ (Guye).	1,00083	14,014
Densités corresp. températ. Avogadro (Guye)	1,00061	14,014
Densités corresp. vol. moléculaires à 0° (Leduc)	1,0004	14,008
4. Densités à 1067° (Jaquerod et Perrot)	1,00043	14,008
Moyenne.	1,00050	14,002

2. *Rapport corrigé des densités des gaz Az² et CO.* — Le rapport direct des densités, calculé à partir des données d'expérience en posant CO = 28,002, est :

$$28,002 \frac{L'}{L} = 28,008 \text{ (Rayleigh)}, \quad 28,002 \frac{L'}{L} = 28,006 \text{ (Leduc)}.$$

¹ GUYE : C. R., 1905, t. CXL, p. 1386.

J'ai jugé utile de mettre en regard des valeurs du facteur de correction (1 + ε), tel qu'il résulte des méthodes que j'ai développées, celles déduites des Mémoires déjà cités de M. Leduc, de M. D. Berthelot et de Lord Rayleigh; toutes ces valeurs sont obtenues à partir d'éléments expérimentaux différents.

Pour les densités des gaz, on a utilisé les nombres consignés au tableau VII.

Je rappelle enfin que les symboles Az $\frac{37^\circ}{503}$, O² $\frac{100^\circ}{760}$ indiquent que les conditions correspondantes de température et de pression, pour les deux gaz considérés, ont été choisies : pour l'azote, 37° et 503 millimètres; pour l'oxygène, 100° et 760 millimètres.

Vu la concordance des résultats, on peut adopter une valeur moyenne unique :

$$28,002 \frac{L'}{L} = 28,007.$$

Les valeurs du facteur de correction, déterminées par les diverses méthodes, sont consignées au tableau suivant, avec indication : 1° du poids moléculaire M de l'azote en résultant; 2° du poids atomique Az correspondant :

TABLEAU X. — Valeurs du facteur de correction et poids atomiques de l'azote qui s'en déduisent.

Méthodes	Facteur de correction	M	Az
Densités-limites (D. Berthelot)	1,00008	28,009	14,005
— (Rayleigh)	1,00025	28,014	14,007
Red. à 0° élém. crit. (Guye)	1,00017	28,012	14,006
Dens. corr. Az ² $\frac{11^\circ}{719}$, CO $\frac{0^\circ}{760}$ (Guye).	1,00014	28,011	14,006
— temp. Avogadro (Guye).	1,00014	28,011	14,006
— vol. mol. 0° (Leduc)	1,0001	28,010	14,005
Moyenne.	1,00015	28,011	14,006

L'incertitude de ± 0,002 sur le poids atomique du carbone (tableau VI) se réduit à ± 0,001 sur le poids atomique de l'azote.

3. *Rapport corrigé des densités des gaz Az²O et CO².* — Le rapport direct des densités, rapporté à CO² = 44,002, soit R = 44,002 $\frac{L'}{L}$, a donné expérimentalement les valeurs suivantes :

44,040 (Leduc); 44,020 (Rayleigh); 44,017 (Guye et Pintza).

La valeur moyenne est

$$R = 44,025.$$

Avec les gaz liquéfiables, j'ai déjà indiqué que la méthode des densités-limites ne donne pas la même exactitude qu'avec les gaz permanents; on peut donc en faire abstraction et se borner à calculer la valeur du facteur de correction par la méthode des densités correspondantes et par celle de réduction à 0° des éléments critiques, d'où le tableau ci-après (M = poids moléculaire corrigé de Az²O) :

TABLEAU XI. — Valeurs du facteur de correction et poids atomiques de l'azote qui s'en déduisent.

Méthodes	Facteur de correction	M	Az
Dens. corr. Az ² O $\frac{0^\circ}{760}$, CO ² $\frac{4^\circ,5}{739}$	1 - 0,00033	44,011	14,006
Red. des élém. crit.	1 - 0,00023	44,015	14,008
Moyenne.			14,007

L'incertitude ± 0,002 sur le poids atomique du carbone se réduit encore, dans ce cas, à ± 0,001 sur le poids atomique de l'azote.

4. *Rapport corrigé des densités des gaz AzO et O².* — M. Gray¹ vient d'indiquer une valeur préliminaire de la densité du bioxyde d'azote. On en déduit pour poids du litre normal $L = 1,3402$, valeur confirmée par des expériences exécutées actuellement dans mon laboratoire avec la collaboration de M. Davila.

En prenant pour l'oxygène $L = 1,4290$ (moyenne de toutes les mesures), le rapport direct est

$$R = 32 \frac{L'}{L} = 30,012.$$

Cette valeur n'étant pas définitive, le facteur de correction a été calculé seulement par deux méthodes; il est indiqué au tableau suivant, avec les poids moléculaires M de AzO et les poids atomiques Az qui s'en déduisent :

TABLEAU XII. — Valeurs du facteur de correction et poids atomiques de l'azote qui s'en déduisent.

Méthode	Facteur de correction	M	Az
Densités-limites (Jaquerod et Scheuer)	1 - 0,00020	30,006	14,006
Red. à 0° des élém. crit. (Guye)	1 - 0,00008	30,010	14,010
Moyenne			14,008

5. *Résumé des valeurs physico-chimiques du poids atomique de l'azote².* — Les tableaux précédents donnent lieu à la récapitulation suivante des moyennes :

	Az
Rapport Az ² :O ² (6 valeurs)	14,009
— Az ² :CO (6 valeurs) [C=12,002]	14,006
— Az ² O:CO ² (2 valeurs) [C=12,002]	14,007
— AzO:O ² (2 valeurs)	14,008
Moyenne générale	14,008

La moyenne générale de ces quatre rapports de densités gazeuses, corrigées par les méthodes physico-chimiques, est donc

$$Az = 14,008,$$

l'écart extrême étant seulement de 0,003.

En consignait cette valeur finale, que l'on peut arrondir provisoirement à 14,01, je tiens à rappeler encore que la méthode des densités-limites n'a été appliquée qu'aux gaz permanents.

¹ GRAY: *Proc. Chem. Soc.* Londres, mai 1905, t. XXI, p. 156.
² Pour être complet, il faudrait faire encore intervenir les résultats obtenus avec le gaz ammoniac. D'après les données de M. Leduc, on déduirait un poids atomique de l'azote voisin de Az = 14,04. Il m'a donc semblé nécessaire de reviser toutes les constantes de ce gaz : densité, compressibilité, constantes critiques. Pour la densité, M. Pintza et moi avons trouvé une différence considérable avec le nombre donné par M. Leduc (1/700 environ). MM. Jaquerod et Scheuer viennent de refaire la compressibilité (*C. R.*, t. CXL, p. 1384). Il reste donc à déterminer à nouveau les constantes critiques avant de se prononcer définitivement sur la valeur du poids atomique de l'azote dérivée de la densité du gaz ammoniac.

Cette réserve faite, on ne peut qu'être frappé de la concordance des résultats, d'autant plus remarquable que les éléments expérimentaux servant à calculer le facteur de correction n'ont généralement pas été déterminés par les mêmes observateurs que ceux auxquels on doit les valeurs des densités.

IV

De nouvelles méthodes gravimétriques pour le contrôle du poids atomique de l'azote peuvent être substituées aux méthodes classiques. Elles permettent déjà de garantir une unité de la seconde décimale du poids atomique de l'azote et confirment les résultats des valeurs physico-chimiques.

Après avoir établi que les méthodes gravimétriques classiques ne comportent pas actuellement une précision suffisante pour déterminer le poids atomique de l'azote à une unité près de la seconde décimale, après avoir mis, d'autre part, en lumière la remarquable concordance des méthodes physico-chimiques appliquées à l'azote, j'ai pensé que la conviction des chimistes ne serait complète, au sujet du résultat de ces dernières, que lorsqu'on aurait retrouvé la valeur Az = 14,01 par des méthodes purement gravimétriques.

Les méthodes classiques de Stas ne présentant pas le degré de précision voulu, il était indiqué de reprendre l'étude de cette question par des procédés absolument nouveaux, permettant de relier le poids atomique de l'azote aussi directement que possible à celui de l'oxygène. En d'autres termes, il fallait revenir à des méthodes simples et rationnelles, en écartant systématiquement toutes les méthodes indirectes. L'histoire de la détermination des poids atomiques est, d'ailleurs, précieuse en enseignements de ce genre; il suffira de rappeler ici la découverte, par Dumas et Stas, (1841) d'une erreur de 2 % sur le poids atomique du carbone, tel qu'il avait été fixé par Berzelius. La mesure exacte de deux rapports simples, — C:CO² et CO:CO², — par la méthode de de Saussure, a été plus concluante que les très nombreuses analyses de composés organiques, exécutées antérieurement par les chimistes les plus réputés de leur temps.

Ainsi posé, le problème revenait à tenter l'analyse exacte des composés oxygénés de l'azote, que les meilleurs auteurs ont généralement regardée comme inexécutable en tant qu'expérience de précision. Les difficultés que l'on rencontre à préparer ces gaz à l'état de pureté sont, sans doute, la principale cause pour laquelle aucune tentative de ce genre n'a été effectuée jusqu'à présent. Les recherches entreprises dans mon laboratoire depuis 1902 pour essayer de combler cette lacune ont démontré que ces difficultés sont sérieuses, mais non insur-

montables, surtout avec les progrès réalisés dans la technique relative au maniement des gaz. Les résultats déjà obtenus, il est vrai à la suite de nombreuses expériences infructueuses, conduisent à des nombres absolument concluants, qui confirment les valeurs physico-chimiques.

Dans ces conditions, il ne peut faire l'objet d'aucun doute, aussi bien dans l'esprit de mes collaborateurs que dans le mien, que les perfectionnements qui pourront être apportés dans la suite aux méthodes nouvelles que je vais décrire ne feront que resserrer davantage la concordance

teneur de cet oxyde en azote est plus élevée.

La troisième s'appuie sur ce fait digne de remarque que la discussion des causes d'erreurs des dispositifs expérimentaux adoptés tend à prouver que la valeur du poids atomique de l'azote ainsi obtenu doit être plutôt plus forte que trop faible. Vu la nature de la question controversée, ce point avait son importance.

Le choix du protoxyde d'azote étant arrêté, son analyse a été exécutée de deux façons : a) *par pesée*, b) *en volumes*. Les premières expériences ont été faites en collaboration avec M. Bogdan¹; MM. Ja-

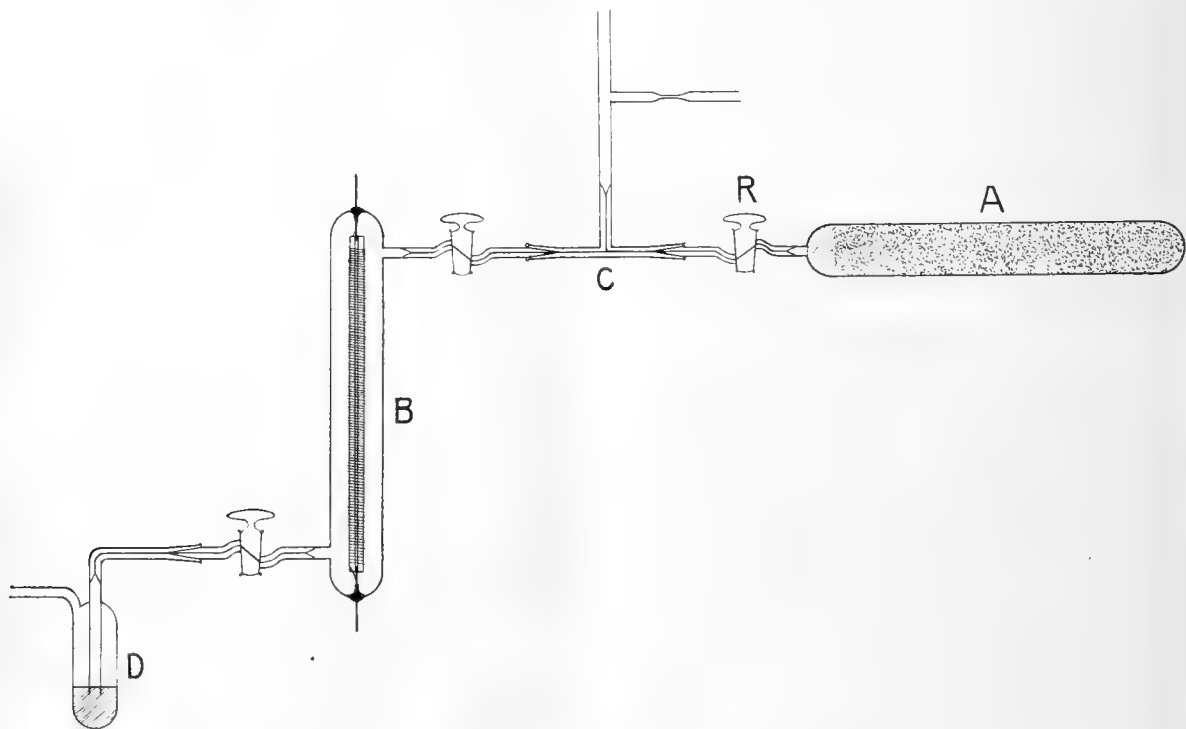


Fig. 1. — Appareil pour l'analyse gravimétrique du protoxyde d'azote. — A, tube contenant du protoxyde d'azote condensé dans le charbon; B, tube de verre renfermant une spirale de fer; C, raccord en verre rodé; R, robinet; D, tube à mercure.

des valeurs physico-chimiques et gravimétriques du poids atomique de l'azote.

Après divers tâtonnements, nous avons abordé en premier lieu le problème de l'analyse exacte du protoxyde d'azote Az_2O . Ce choix a été motivé principalement par trois ordres de considérations :

La première est inspirée du fait que la détermination de la densité exacte de ce gaz par des observateurs différents a donné des résultats concordants; c'était une présomption favorable sur la possibilité d'obtenir ce corps à l'état de pureté.

La seconde est tirée de la haute teneur en azote du protoxyde d'azote, la plus élevée parmi les composés oxygénés azotés; à précision égale, le poids atomique de l'azote déduit de l'analyse d'un oxyde d'azote est d'autant plus certain que la

querod et Bogdan ont exécuté, d'autre part, l'analyse en volume².

1. *Analyse par pesée du protoxyde d'azote.* — Cette analyse a été effectuée en décomposant par le fer incandescent un poids donné d'oxyde d'azote; l'augmentation de poids du fer donnait le poids d'oxygène contenu. Il serait trop long d'entrer ici dans tous les détails de l'expérience; je me bornerai à en signaler quelques traits caractéristiques.

Pour éviter les causes d'erreur dues à la pesée

¹ GUYE et BOGDAN : *C. R.*, 1904, t. CXXXVIII, p. 1494.

² JAQUEROD et BOGDAN : *C. R.*, 1904, t. CXXXIX, p. 49. L'exposé complet des expériences relatées dans ces notes fera l'objet de Mémoires détaillés qui paraîtront prochainement dans le *Journal de Chimie physique*.

de grands ballons, le protoxyde d'azote a été pesé à l'état condensé dans le charbon; on peut ainsi opérer avec des appareils de petit volume (tube A de la figure 1).

La décomposition du protoxyde d'azote a été effectuée dans un appareil (B), formé essentiellement d'un tube de verre à l'intérieur duquel se trouve une spirale de fer soudée, par ses deux extrémités, à deux bornes de platine traversant le verre; ce tube est muni de deux tubulures latérales, à robinets tenant parfaitement le vide.

Avant l'expérience, le tube à spirale de fer avait été complètement purgé d'air et pesé vide.

L'analyse du protoxyde d'azote consistait à faire passer très lentement sur la spirale de fer, portée à l'incandescence (rouge vif) par le courant électrique, le gaz Az^2O dégagé du tube à charbon.

Au début de l'expérience, le raccord C en verre rodé avait été complètement purgé d'air. A la fin de l'expérience, après avoir fermé le robinet R, on faisait le vide dans l'appareil B, en reliant la tubulure inférieure à la pompe à mercure et en continuant à chauffer la spirale de fer, pour éviter la fixation de l'azote à l'état d'azoture de fer.

Toutes les pesées ont été effectuées avec des contre-poids de même verre et très sensiblement de même volume.

Pour les détails, je renvoie au Mémoire complet, me bornant à transcrire ici nos résultats :

TABLEAU XIII. — Poids atomique de l'azote déduit de l'analyse gravimétrique du protoxyde d'azote.

Protoxyde d'azote	Oxygène	Poids atomique Az
1,1670	0,4242	14,000
0,9498	0,3453	14,005
0,8632	0,3145	14,008
1,2247	0,4435	13,992
1,4202	0,5159	14,023
Moyenne.		14,007

Le poids moyen d'oxygène pesé étant 0 gr. 4 environ, ce qui correspond à 1 gr. 1 de protoxyde, les erreurs de pesée sont, si elles s'ajoutent, $1/4.000 + 1/11.000 = 3,4/10.000$ et si elles se compensent $1,6/10.000$, soit en moyenne $2,5/10.000$.

L'erreur possible ΔAz en résultant sur le poids atomique de l'azote sera donc très approximativement :

$$\Delta Az = \pm \frac{14}{2} \cdot \frac{2,5}{10.000} = \pm 0,0055.$$

La conduite de ces expériences est très délicate. Nous avons eu de nombreux insuccès; aussi avons-nous cherché, M. Bogdan et moi, à donner à ce

procédé d'analyse une forme plus précise. A la suite de divers essais, nous croyons avoir trouvé un mode opératoire plus parfait que le précédent. Il consiste à disposer une spirale de fer, chauffable électriquement, dans un récipient de verre muni d'un seul robinet rodé; on pèse d'abord cet appareil vide d'air, puis rempli de protoxyde d'azote; on porte ensuite la spirale à l'incandescence, laisse refroidir, fait de nouveau le vide et pèse une troisième fois. On a ainsi tous les éléments pour le cal-

cul du poids atomique de l'azote.

Avec un appareil d'essai, de petites dimensions, contenant seulement 0 gr. 4 de protoxyde d'azote, on a obtenu les nombres suivants :

Az	14,00
	14,03
	13,98
Moyenne.	14,004

L'erreur possible sur le poids atomique de l'azote, résultant de l'incertitude sur la pesée de l'oxygène (0 gr. 1430 environ) et du protoxyde correspondant, est :

$$\Delta Az = \pm 0,015.$$

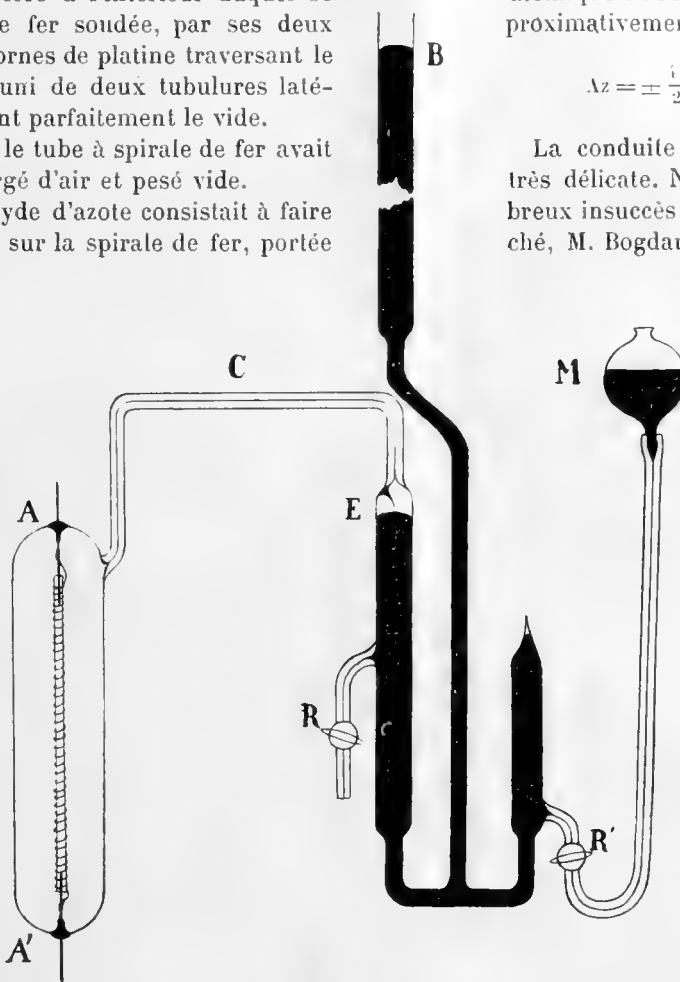


Fig. 2. — Appareil pour l'analyse volumétrique du protoxyde d'azote. — AA', ampoule de verre contenant une spirale de fer; EBM, appareil manométrique à mercure; R, R', robinets.

Bien que nous soyons presque à la limite de la précision recherchée (une unité de la seconde décimale du poids atomique de l'azote), il n'y a pas de conclusion à tirer pour le moment de ce résultat préliminaire.

Ces expériences devront être reprises avec un appareil définitif de plus grandes dimensions; la construction a présenté jusqu'à présent d'assez grandes difficultés.

2. *Analyse en volume.* — Le dispositif employé par MM. Jaquerod et Bogdan est représenté par la figure 2.

Une ampoule de verre AA', contenant une spirale de fer analogue à celle qu'on utilise pour l'analyse par pesée, est en relation avec un appareil manométrique à mercure EBM, portant en E un repère, au niveau duquel on peut amener le mercure, de façon à opérer à volume constant.

L'ampoule, étant remplie de protoxyde d'azote, est entourée de glace; la pression initiale est alors mesurée. On enlève ensuite la glace, décompose le protoxyde par le courant électrique en portant la spirale au rouge blanc. Après refroidissement, on relève la pression de l'azote à 0°, pression qui est un peu plus élevée que la pression initiale. Toutes corrections faites pour la compressibilité des gaz et les différences de température de l'espace nuisible, l'excès de pression, ramené à une pression initiale de 768 millimètres de mercure, a été trouvé égal aux valeurs suivantes :

TABLEAU XIV. — Résultats de l'analyse du protoxyde d'azote en volume.

Pressions ramenées à 0°		Augmentation pour 760 ^{mm}
Az ² O	Az ²	
745,93	751,37	5,60
764,90	770,29	5,30
767,72	773,26	5,43
762,97	768,49	5,45
Moyenne		5,44 ¹

Il a été reconnu ultérieurement que la moyenne 5,44 devait subir une petite correction du fait de la diminution de capacité de l'ampoule due à la transformation d'une partie du fer de la spirale en oxyde de fer. Cette correction ramène le nombre 5,44 à 5,21 millimètres.

Le rapport de volume des deux gaz Az²:Az²O est donc

$$\frac{Az^2}{Az^2O} = \frac{765,21}{760,00} = 1,00686.$$

Les valeurs extrêmes sont

$$1,00707 \quad \text{et} \quad 1,00667$$

comportant un écart maximum de 4/10.000 seulement, auquel correspond probablement sur la moyenne une incertitude inférieure à 1/5.000.

Adoptant pour densités des gaz azote et protoxyde d'azote la moyenne de toutes les valeurs trouvées, on en déduit que :

$$\begin{aligned} 1 \text{ L. Az}^2\text{O, pesant} & \dots\dots\dots 1,97772 \\ \text{Contient: } 1,0068 \text{ L. Az}^2, \text{ pesant } 1,25043 \times 1,00686 & \dots\dots\dots 1,25903 \\ \text{Et, par différence, un poids d'oxygène} & \dots\dots\dots 0,271869 \end{aligned}$$

D'où :

$$Az = \frac{16 \times 1,25903}{2 \times 0,271869} = 14,015^4.$$

En admettant, avec MM. Jaquerod et Bogdan, une incertitude de 1/10.000 sur les densités de Az² et Az²O, et de 2/10.000 sur le rapport en volume, l'erreur sur le poids atomique de l'azote serait de 7/10.000 si ces causes d'erreur agissent toutes dans le même sens, et de 1,7/10.000 si elles se compensent le mieux possible, soit, en moyenne, 4,4/10.000.

L'erreur possible ΔAz en résultant sur le poids atomique de l'azote sera

$$\Delta Az = \pm \frac{14 \times 1,4}{10.000} = \pm 0,0067.$$

Les deux méthodes — analyse par pesée et analyse en volume — présentent donc, dans les conditions où elles ont été exécutées, une précision suffisante pour déterminer la seconde décimale du poids atomique de l'azote.

Le résultat auquel nous avons été conduits vient, d'ailleurs, d'être confirmé par l'analyse complète d'un second oxyde d'azote, le bioxyde, exécutée par M. Gray. Dans sa communication préliminaire², cet auteur annonce qu'il a effectué l'analyse complète de ce gaz en fixant l'oxygène sur le nickel et condensant l'azote sur le charbon refroidi à la température de l'air liquide; ce procédé présente donc une grande analogie avec ceux qui ont été employés dans mon laboratoire pour l'analyse du protoxyde d'azote. La moyenne de six expériences conduit M. Gray à la valeur :

$$Az = 14,006,$$

qu'il déclare « probablement un peu trop faible ».

Rapprochant enfin les moyennes physico-chimiques et gravimétriques, on est conduit à la récapitulation qui suit (tableau XV) :

¹ Dans leur note aux C. R., MM. Jaquerod et Bogdan indiquent 14,019; ce nombre ne tient pas compte de la variation de volume de l'ampoule par la formation d'oxyde de fer.

² W. GRAY : *Loc. cit.*

¹ Par suite d'une erreur typographique, le nombre inséré dans la note aux C. R. a été imprimé 5 au lieu de 5,44.

TABEAU XV. — *Récapitulation générale.*

A. Méthodes physico-chimiques.	
	Az
Rapport Az ² : O ² (6 valeurs)	14,009
— Az ² : CO (6 valeurs)	14,006
— Az ² O : CO ² (2 valeurs)	14,007
— AzO : O ² (2 valeurs)	14,008
Moyenne physico-chimique (4 rap- ports)	14,008
B. Méthodes gravimétriques.	
Analyse par pesée de Az ² O (5 exp.)	14,007 (G et B)
— en volume de Az ² O (4 exp.)	14,013 (J et B)
— par pesée de AzO (6 exp.)	14,006 (Gray)
Moyenne gravimétrique (3 rapports)	14,009
— générale	14,0085
Ou très vraisemblablement	14,009

En présence d'un accord aussi complet entre les moyennes des deux groupes de méthodes, qui n'utilisent que des rapports directs à l'oxygène ou à des composés relativement riches en oxygène, il est certainement logique de renoncer à l'ancienne valeur Az = 14,04 ou 14,053 des expériences de Stas, pour adopter, ou la moyenne

$$Az = 14,009,$$

ou, à défaut, le nombre arrondi :

$$Az = 14,01,$$

qui ne diffère du précédent que de 1/14.000 seulement.

On peut même employer la valeur Az = 14,00 que de nombreux chimistes ont continué à utiliser ; l'erreur ainsi commise est inférieure à celle trouvée récemment par M. Richards sur le poids atomique du sodium.

V

Les travaux récents conduisent indiscutablement à reviser le poids atomique de l'azote, et — fait digne de remarque — dans un sens qui le ramène presque à la valeur que Marignac, dès 1843, avait considérée comme la plus probable ¹.

Cette revision entraîne avec elle une conséquence importante sur laquelle je crois nécessaire d'attirer votre attention.

Si les méthodes employées par Stas, ses devan-

ciers ou ses continuateurs ne comportent pas aujourd'hui une précision suffisante pour permettre de garantir la seconde décimale du poids atomique de l'azote, il n'en est pas moins vrai que, sur l'ensemble, la moyenne de ces très nombreuses expériences est voisine de Az = 14,01 ; les valeurs extrêmes de toutes les moyennes sont, d'après M. Clarke (1897) : Az = 14,017 et Az = 14,053. D'après les lois des grands nombres, ce résultat n'est compatible avec une valeur exacte Az = 14,009 ou Az = 14,01 que si les poids atomiques considérés comme connus, par les méthodes anciennes, sont en moyenne un peu trop élevés ; je dis « un peu », car le calcul démontre que des erreurs très faibles sur ces poids atomiques se multiplient par des facteurs assez considérables lorsqu'on passe à l'azote. Une erreur de ce genre vient, dans tous les cas, d'être constatée pour le sodium, dont le poids atomique, tel que Stas l'a déterminé, Na = 23,043, est ramené, par les travaux de M. Richards, à Na = 23,008 (pour Ag = 107,93) ou Na = 23,006 (pour Ag = 107,92). Il est donc du plus haut intérêt que ce travail de revision générale soit poursuivi d'une façon absolument complète.

On peut, d'ailleurs, prévoir que, si l'on est amené, au cours de ces recherches, à relever un peu les valeurs de quelques poids atomiques, ainsi qu'on l'a trouvé récemment pour le chlore et l'iode, d'autres poids atomiques devront être abaissés à peu près d'autant.

Quoi qu'il en soit, on peut entrevoir dès aujourd'hui l'abaissement du poids atomique de l'argent par un nouveau cycle de calculs dont il est utile d'indiquer le principe et les premières applications.

Lorsqu'on veut fixer la valeur d'un poids atomique, on se sert d'un rapport gravimétrique entre le poids atomique cherché et un poids atomique supposé connu. Pour ce dernier, on s'adresse généralement à l'un des poids atomiques du cycle de Stas et l'on ne se donne même pas la peine d'en discuter la précision.

Ces derniers étant reliés à l'oxygène par trois rapports atomiques (sauf l'argent, qui l'est par deux), on oublie que leur exactitude ne peut dépasser ± 3/10.000 de leur valeur (2/10.000 pour l'argent) et que le poids atomique cherché, qui résulte d'un quatrième rapport gravimétrique, n'est exact qu'à ± 4/10.000, soit à 1/2.500 ; néanmoins, la plupart des auteurs calculent, par exemple, des poids atomiques tels que ceux de l'or (206,960), du mercure (200,045), du platine (194,917), etc., avec trois décimales, soit avec une précision de ± 1/20.0000 !

Grâce aux méthodes physico-chimiques, on peut concevoir aujourd'hui un procédé de calcul beaucoup plus logique et beaucoup plus rigoureux, pro-

¹ MARIGNAC : *Œuvres complètes*, t. I, p. 89. Les résultats calculés dans le système O = 16 étaient les suivants :

Rapports	Az
Ag : AgAzO ³	14,006
KCl : AgAzO ³	14,030
Ag : AzH ⁴ Cl	14,025

La moyenne est Az = 14,02. Marignac ajoute que la première détermination mérite, selon lui, plus de confiance que les deux autres et propose d'adopter la valeur arrondie Az = 14,00.

cédé qui consiste à ne considérer comme exactement connus que les poids atomiques déterminés d'une façon concordante par des méthodes physico-chimiques, d'une part, et par des rapports gravimétriques directs à l'oxygène, d'autre part.

Actuellement, trois poids atomiques satisfont à cette double condition : ce sont ceux de l'hydrogène, du carbone et de l'azote, dont les valeurs

$$C = 12,002; \quad Az = 14,009; \quad H = 1,0076;$$

ainsi déterminées concordent à 1/10.000 près.

Il est à espérer que des travaux complémentaires en augmenteront rapidement le nombre et qu'on pourra bientôt joindre à cette liste ceux des éléments S, Cl, P.

Quoi qu'il en soit, restons-en aux trois éléments ci-dessus; nous pouvons, dès lors, reprendre les rapports gravimétriques déterminés autrefois pour relier les éléments C, Az, H à l'argent et les utiliser pour résoudre le problème inverse, c'est-à-dire pour fixer le poids atomique de l'argent.

Les valeurs numériques de ces rapports gravimétriques ont été calculées avec beaucoup de soin par M. Clarke¹, en traitant par la méthode des moindres carrés les données expérimentales des divers observateurs.

Pour une première application, nous pouvons nous contenter de ces valeurs.

Avec ces données, on établit alors les rapports suivants :

1° *Rapport* Ag : AgAzO³.

D'après les expériences de Penny, Marignac, Stas et de M. Hardin (30 déterminations) :

$$100 \text{ p. Ag} = 157,479 \text{ p. AgAzO}^3.$$

En posant AzO¹ = 62,009, on a :

$$Ag = 100 \times \frac{62,009}{57,479} = 107,882.$$

2° *Rapport* Ag : CH³CO²Ag (*acétate d'argent*).

D'après les expériences de Liebig et Redtenbacher, Marignac et Hardin (20 déterminations) :

$$100 \text{ p. CH}^3\text{CO}^2\text{Ag} = 64,636 \text{ p. Ag.}$$

En posant CH³.CO² = 59,027, on a :

$$Ag = 59,027 \times \frac{64,636}{35,364} = 107,886.$$

3° *Rapport* Ag : C⁷H⁵O²Ag (*benzoate d'argent*).

D'après les dix déterminations de M. Hardin :

$$100 \text{ p. C}^7\text{H}^5\text{O}^2\text{Ag} = 47,425 \text{ p. Ag.}$$

En posant C⁷H⁵O² = 121,052, on a :

$$Ag = 121,052 \times \frac{47,425}{52,875} = 107,888.$$

Récapitulant, on a :

TABEAU XVI. — *Poids atomique de l'argent déduit des dernières recherches.*

	Poids atomique Ag
Rapport Ag : AgAzO ³	107,882
— Ag : CH ³ CO ² Ag	107,886
— Ag : C ⁷ H ⁵ O ² Ag	107,888
Moyenne	107,885

Ce résultat appelle quelques remarques.

Tout d'abord, on reconnaît que trois méthodes indépendantes pour fixer un même poids atomique ont rarement — pour ne pas dire jamais — donné un tel degré de concordance, même en faisant la part de ce que ce résultat peut avoir de fortuit. L'écart extrême est, en effet, de 6/100.000 à peine, alors qu'entre les diverses méthodes de Stas, cet écart est de l'ordre du 1/5.000. En outre, il aurait suffi de prendre C = 12,001 au lieu de C = 12,002 pour ramener les trois nombres ci-dessus à 107,882, 107,883, 107,882.

En second lieu, il est à remarquer que le premier rapport est presque un rapport direct à l'oxygène, le groupement AzO³, supposé connu, contenant environ 76 % de cet élément. Bien plus, l'écart extrême des diverses valeurs obtenues pour le poids atomique de l'azote est de $\pm 0,005$ par rapport à la moyenne 14,009, soit moins de 1/10.000, si on le rapporte au poids du groupe AzO³ = 62,009. De ce fait, le poids atomique Ag = 107,882 est exact à $\pm 1/10.000$. En attribuant enfin, comme précédemment, une exactitude de $\pm 1/10.000$ au rapport gravimétrique Ag : AgAzO³, on en conclut que le poids atomique Ag = 107,882 est exact à $\pm 2/10.000$ dans le cas où les erreurs s'ajouteraient. En d'autres termes, le poids atomique de l'argent ne peut, en aucun cas, dépasser 107,90, ni être inférieur à 107,86.

Si l'on compare enfin la moyenne 107,885 avec la valeur généralement admise 107,93, l'écart est de 0,055, soit 1/2.000 environ. C'est là un résultat gros de conséquences, car un très grand nombre de poids atomiques sont déterminés par rapport à l'argent; s'il se confirme, on sera amené à reviser presque complètement la table actuelle des poids atomiques. J'avoue que ce n'est pas sans quelque hésitation que j'en viens à formuler cette conclusion. Elle est si inattendue qu'il convient de l'accompagner de réserves formelles, jusqu'à ce qu'une étude plus approfondie de la question ait été faite.

En attendant, et pour donner une idée plus complète du nouveau cycle de calcul à appliquer au

¹ *Recalculations of the atomic weights*, 1897, Washington.

pois atomique de l'argent, il est utile d'indiquer encore, mais avec beaucoup plus de réserves, les valeurs auxquelles conduisent les poids atomiques physico chimiques incomplètement contrôlés des éléments Cl, S, P.

Leurs valeurs, telles qu'elles ont été calculées par diverses méthodes physico-chimiques, sont :

	Cl	S	P
Leduc	35,470	32,056	30,975
D. Berthelot . . .	35,479	32,058	30,978
Guye	35,476	32,065	"
Moyenne	35,475	32,060	30,977

Je rappelle que ces nombres sont loin de présenter la même valeur scientifique que ceux obtenus pour C, H et Az. Chacun d'eux n'a été obtenu qu'à partir d'observations relatives à un seul gaz, soit les densités des composés SO², HCl, PH³; une seule de ces densités (SO²) a été contrôlée par deux observateurs; enfin, pour aucun des éléments Cl, P, S, nous ne possédons le contrôle gravimétrique d'un bon rapport avec l'oxygène. Il y a donc là des lacunes importantes à combler par des recherches ultérieures qui pourront modifier plus ou moins les moyennes ci-dessus.

Ces réserves faites, voici les valeurs du poids atomique de l'argent auxquelles on arrive à l'aide de ces moyennes, en utilisant, comme précédemment, les valeurs des rapports gravimétriques recalculés par M. Clarke.

4° Rapport Ag : AzH³Cl.

D'après les expériences de Pelouze, Marignac et Stas (26 déterminations) :

$$100 \text{ p. Ag} = 49,598 \text{ p. AzH}^3\text{Cl.}$$

En posant AzH³Cl = 53,514, on a :

$$\text{Ag} = 100 \times \frac{53,514}{49,598} = 107,895.$$

5° Rapport du chlore à l'argent Ag : Cl.

D'après les dernières déterminations de M. Richards, déjà citées (10 déterminations) :

$$100 \text{ p. Ag} = 32,867 \text{ p. Cl.}$$

En posant Cl = 35,475, on a :

$$\text{Ag} = 100 \times \frac{35,475}{32,867} = 107,932.$$

6° Rapport Ag² : Ag²S.

D'après les expériences de Dumas, Stas et de M. Cooke (17 déterminations) :

$$100 \text{ p. Ag} = 114,858 \text{ p. Ag}^2\text{S.}$$

En posant S = 32,060, on a :

$$\text{Ag} = \frac{100}{2} \times \frac{32,060}{14,858} = 107,884.$$

7° Rapport Ag² : Ag²SO⁴.

D'après les expériences de Struve et de Stas (12 déterminations) :

$$100 \text{ p. Ag}^2\text{SO}^4 = 69,205 \text{ p. Ag.}$$

En posant SO⁴ = 96,060, on a :

$$\text{Ag} = \frac{96,060}{2} \times \frac{69,205}{50,795} = 107,928.$$

8° Rapport Ag³ : PO⁴Ag³.

D'après deux déterminations de M. Van der Plaats, sur 1 gramme de phosphate d'argent :

$$100 \text{ p. PO}^4\text{Ag}^3 = 77,313 \text{ p. Ag.}$$

Posant PO⁴ = 94,977, on a

$$\text{Ag} = \frac{94,977}{3} \times \frac{77,313}{22,687} = 107,888.$$

Récapitulant les valeurs données par les rapports IV à VIII, on a :

TABLEAU XVII. — Poids atomique de l'argent déduit de l'analyse de ses composés avec Cl, S, P.

	Ag
Rapport Ag : AzH ³ Cl	107,895
— Ag : Cl	107,932
— Ag ² : Ag ² S	107,884
— Ag ² : Ag ² SO ⁴	107,928
— Ag ³ : PO ⁴ Ag ³	107,888
Moyenne	107,905

Cette moyenne ne diffère de la précédente que de 2/10.000.

Bien que les valeurs de cette seconde série soient moins concordantes que celles de la première, pour les motifs développés plus haut, les valeurs extrêmes 107,932 et 107,888 ne diffèrent entre elles que de 0,044; elles sont encore plus concordantes entre elles que les valeurs moyennes extrêmes calculées par M. Clarke, 107,907 et 108,194 (sur un ensemble de sept moyennes dont la moyenne est 107,924), présentant ainsi un écart de 0,287, qui est six fois plus grand que le précédent.

En combinant les deux moyennes 107,885 et 107,905, avec un poids double pour la première, on arrive ainsi à la valeur finale :

$$\text{Ag} = 107,892.$$

ou, en nombres arrondis :

$$\text{Ag} = 107,89 \quad \text{ou} \quad \text{Ag} = 107,9,$$

qui représente le poids atomique probable de l'ar-

gent déduit du système de poids atomique C, Az, H, Cl, S, P auquel nous avons été conduits.

Je me réserve de revenir ultérieurement sur cette question. L'exposé qui précède suffira pour faire comprendre l'intérêt qui s'attache dès lors à la révision des poids atomiques suivant un principe nouveau consistant à combiner entre eux, sans parti pris et sans exclusivisme, les résultats physico-chimiques et gravimétriques.

La première application de ce principe, dont je viens de vous soumettre les résultats, démontre certainement qu'une voie nouvelle et fructueuse s'ouvre ainsi devant nous. Elle permettra d'utiliser d'une façon beaucoup plus rationnelle les matériaux de grande valeur accumulés pendant près d'un siècle par tous les savants qui se sont occupés de la détermination des rapports atomiques gravimétriques. Je ne puis me défendre d'un secret espoir que cette œuvre, celle de Stas en particulier, ne nous apparaisse alors comme beaucoup plus précise encore qu'aujourd'hui.

P.-S. — Depuis la rédaction de cette conférence, quelques observations nouvelles permettent de préciser encore les conclusions précédentes. Il est utile de les résumer en quelques mots.

I. — Les expériences exécutées dans mon laboratoire, en collaboration avec M. Davila, confirment à quelques dix millièmes près la valeur de la densité du bioxyde d'azote obtenue par M. Gray; ces expériences, en voie d'achèvement, seront publiées prochainement.

II. — Les constantes critiques du gaz ammoniac ont été révisées dans mon laboratoire par M. A. Jaquerod.

En appliquant la méthode par réduction des éléments critiques au poids du litre normal de ce gaz, tel que nous l'avons déterminé, M. Pintza et moi¹, on trouve pour poids moléculaire de AzH^3 :

$$M = 17,033 \quad \text{d'où} \quad Az = 17,033 - 3,023 = 14,012.$$

valeur qui rentre dans les limites précédemment trouvées par les méthodes physico-chimiques.

III. — MM. Dixon et Edgar² viennent de déterminer le poids atomique du chlore par le rapport Cl:H et ont trouvé (pour H = 1,0076 ou O = 16) Cl = 35,463, résultat d'où l'on peut conclure que la densité du gaz HCl, déterminée par M. Leduc, est probablement un peu élevée et devra, par conséquent, être révisée.

En calculant provisoirement avec cette valeur Cl = 35,463 les rapports atomiques IV et V qui

donnent le poids atomique de l'argent, le tableau XVII doit être révisé comme suit :

Rapport	Méthodes	Ag
—	Ag : AzH^3Cl	107,871
—	Ag : Cl	107,895
—	Ag^2 : Ag^2S	107,884
—	Ag^2 : Ag^2SO^4	107,928
—	Ag^3 : Ag^3PO^4	107,888

La moyenne est 107,892. Si l'on exclut la valeur fournie par le rapport $Ag^2 : Ag^2SO^4$, qui s'écarte nettement de toutes les autres, la moyenne est :

$$Ag = 107,886,$$

qui se confond avec celle fournie par les rapports plus exacts du tableau XVI, soit :

$$Ag = 107,885.$$

Le poids atomique de l'argent, tel qu'on l'obtient à partir des éléments C, H, Az, Cl, S, P, au moyen de sept rapports atomiques indépendants, est donc compris entre 107,871 et 107,895. Sa valeur exacte ne paraît pas devoir dépasser :

$$Ag = 107,89.$$

On voit par là combien il est désirable d'établir les valeurs définitives et concordantes des poids atomiques Cl, S, P, par des méthodes physico-chimiques et gravimétriques.

IV. — L'abaissement du poids atomique de l'argent entraînera l'abaissement d'un grand nombre de poids atomiques. Il serait prématuré de se livrer à ce calcul; mais l'on peut déjà prévoir qu'il aura pour résultat d'augmenter beaucoup la concordance des rapports gravimétriques. J'en citerai comme exemple le rapport $NaCl : NaAzO^3$. Avec $Ag = 107,885$, $Cl = 35,463$, $Az = 14,009$ et $Na = 22,998$ (valeur récente de M. Richards $Na = 23,008$ pour $Ag = 107,93$, réduite à $Ag = 107,885$), on calcule :

$$100 NaCl = 145,408 NaAzO^3,$$

tandis que la moyenne déduite par M. Clarke⁴ des vingt-trois déterminations de Penny, Stas et de M. Hibbs donne :

$$100 NaCl = 145,418 NaAzO^3.$$

A 1/15.000 près, soit à la limite de la précision des expériences, les deux valeurs concordent.

C'est certainement une confirmation de la nouvelle valeur du poids atomique de l'argent qui fait l'objet des considérations précédentes.

Ph.-A. Guye,

Professeur de Chimie physique
à l'Université de Genève.

¹ *C. R.*, 1905, t. CXXI, p. 51.

² *Proc. Roy. Soc.*, 1905, A, t. LXXVI, p. 250.

⁴ *Recalculations of atomic weights.*

L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES APPLIQUÉES

A L'INSTITUT DE PHYSIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE FRIBOURG

La Revue a souvent appelé l'attention de ses lecteurs sur le rôle de la Science et les conditions de son efficace intervention dans l'Industrie. En publiant l'article suivant de MM. de Kowalski et Dalemont, dont elle ne partage pas toutes les idées, elle serait heureuse de provoquer une discussion autorisée des vues qu'ils exposent aujourd'hui.

L. O.

Depuis une vingtaine d'années, des transformations profondes se sont produites dans le régime de la production.

La constitution rapide des grands centres sous l'incessant appel de l'industrie a permis à celle-ci de mettre immédiatement en valeur, par une concentration de plus en plus considérable, les capitaux multipliés et rendus disponibles par le succès des divers organismes de la production.

Il était à prévoir qu'en se perfectionnant ces organismes allaient non seulement demander aux sciences leurs résultats utilisables et leurs méthodes, mais qu'en outre ils attendraient d'elles une direction générale, définie par les lois de leur vie propre. Ils devaient tirer de cette collaboration féconde les moyens d'assurer leur développement normal et prolonger ainsi leur succès. On a montré souvent combien la science est aujourd'hui indispensable à l'industrie, et nous ne reviendrons ni sur les arguments décisifs qu'on a fait valoir, ni sur les exemples précis destinés à en mettre en lumière tout le bien fondé. Mais on a tiré, de cette donnée fondamentale indiscutable, une conclusion dont les limites doivent être, à notre avis, explicitement définies.

Que les procédés de plus en plus scientifiques de production obligent le personnel de l'industrie à donner un fondement tout à fait rationnel à sa formation, pour ne laisser à l'empirisme qu'une place aussi réduite que possible, c'est parfaitement exact. Mais affirmer ensuite que, dans l'ensemble, il faut développer la formation scientifique générale de tous les ingénieurs, c'est aller beaucoup trop loin. En effet, la spécialisation de tout le personnel employé à la production industrielle est un fait. Dès lors, les industries les plus puissamment organisées ne demandent plus aux ingénieurs une culture technique très variée, mais elles exigent d'eux des connaissances spéciales très développées et voudraient qu'ils y eussent acquis déjà une expérience personnelle. Et nous prions simplement ceux qui douteraient de ce fait d'aller visiter quelque grande fabrique de constructions électriques, et de nous dire combien ils rencontre-

ront d'ingénieurs dont les occupations s'étendent à toutes les applications de l'Électrotechnique.

Chaque groupe d'ingénieurs a sa sphère d'action nettement délimitée : celui-ci la construction, celui-là le calcul, un autre les installations, et l'on trouvera même dans ces groupes des subdivisions plus restreintes.

Le personnel technique spécialisé compose donc en quelque sorte une première catégorie d'ingénieurs, et sa formation doit être essentiellement pratique.

Sans doute, il est indispensable que les recherches et les données de la science soient mises à profit dans cette formation ; mais un trop grand développement des études générales ou variées, loin d'être toujours un bénéfice pour l'industrie, pourra lui être souvent préjudiciable.

De fait, chaque individu cherche à utiliser dans son effort toutes les ressources dont il dispose, tandis que, d'autre part, l'industrie veut restreindre la portée de cet effort pour le perfectionner en le répétant. Le travail d'ensemble résulte alors de la coordination des efforts individuels, et ce travail sera d'autant plus parfait que les efforts individuels auront atteint plus d'exactitude et de précision.

La formation de chaque élément doit donc être inspirée par la considération du rôle simple qui lui sera réservé dans la masse et aussi par la nécessité de donner à l'ensemble la plus grande stabilité possible.

Et ne peut-on craindre que la variété des connaissances soit un obstacle à cette stabilité, parce qu'elle disposera moins le sujet à accepter le joug asservissant d'un travail réduit et sans changement ?

Pour tous ceux qui ont passé dans l'industrie allemande, cette idée explique dans une grande mesure son rapide succès. Elle possède des cadres secondaires admirablement remplis par un personnel qui a dû se former vite, poussé par les nécessités de la vie, et dont la formation a été, par conséquent, limitée en étendue. Mais cette limitation même a permis de rendre plus parfait l'ins-

trument dont on armait l'individu, et de l'adapter mieux aux besoins nouveaux de l'industrie.

Nous avons fréquemment entendu dire, à propos du système allemand, que les écoles supérieures techniques d'Outre-Rhin ne produisaient pas des *ingénieurs*, mais surtout des *techniciens*. On conviendra que c'est là une discussion de mot. Pour l'industrie, l'ingénieur n'est pas celui qui possède un titre et des connaissances techniques, dont la partie immédiatement utilisable exige un complément d'expérience plus ou moins étendu. C'est plutôt celui qui, ayant même des connaissances générales plus réduites, possède ce précieux complément d'expérience si nécessaire et peut rendre les services qu'elle attend de lui.

Le défaut qu'il s'agit de corriger consiste peut-être en ce que les écoles supérieures techniques préparent chaque année des jeunes gens, par une culture trop générale, à une direction d'autant plus problématique que leur nombre est hors de proportion avec celui des directions industrielles. En résumé, nous croyons que le nombre d'ingénieurs sortant des écoles supérieures techniques avec la formation qu'on y donne est trop grand, ou, plus exactement, que l'on pourrait réduire utilement leur formation sans les charger d'un bagage scientifique qui risque d'être inutilisé.

Si l'on veut donc adapter l'enseignement supérieur technique aux nécessités actuelles de la production, et faciliter aux élèves l'accès des situations qu'offre l'industrie, il faudra nécessairement restreindre la variété pour développer la spécialité¹. L'orientation des efforts vers l'étude approfondie des spécialités n'exclut pas évidemment la connaissance des généralités indispensables à la compréhension parfaite des applications particulières. Mais il nous semble nécessaire de proscrire de plus en plus du programme ordinaire des ingénieurs les généralités ou les variétés superflues, qui fatiguent les esprits en les astreignant à une excessive et inutile assimilation.

Nous ne contestons pas, sans doute, que les études générales et variées ne concourent utilement à la mise en valeur de la puissance intellectuelle. Mais nous croyons que le travail personnel et pratique, limité même à un domaine restreint, est capable de fournir à l'esprit des éléments de vie et d'activité au moins aussi puissants que l'étude de matières trop nombreuses et trop variées, considérées souvent comme un inutile et pesant fardeau.

Toutes ces considérations ne s'appliquent évi-

demment qu'au personnel technique ordinaire, à celui dont la tâche est tout à fait spécialisée dans l'atelier ou les bureaux d'études.

I

Mais il est nécessaire que les cadres se complètent par des hommes dont la personnalité soit plus développée, parce que leur rôle exige une plus grande initiative.

Ce sont d'abord ce que les Allemands appellent les *Wissenschaftliche Hilfsarbeiter*, savants associés à l'œuvre industrielle pour lui frayer la route, lui tracer des sentiers nouveaux et lui fournir ses plus sûrs instruments de vie et de succès.

L'Allemagne leur devait déjà l'indiscutable prépondérance de son industrie chimique, et voici que, dans le domaine de l'Électrotechnique, — et pour les mêmes raisons, pensons-nous, — elle s'affirme plus encore comme devant tenir la première place.

Ainsi placé au milieu d'un organisme industriel en pleine activité, le savant n'apparaît plus comme un être hors cadre, cherchant des lois sans utilité ou sans utilisation.

Son effort est orienté sans cesse par des besoins précis et ses découvertes ne risquent pas de rester enfermées dans les dossiers de quelque grande Académie; elles sont immédiatement mises en valeur par la collaboration pratique dont il est entouré.

On conçoit, dès lors, l'importance de son travail et l'on entrevoit facilement les nécessités de sa formation.

Car, si sa tâche doit être en accord avec l'effort collectif, elle s'en distingue très nettement et n'y rentre pas comme la partie dans le tout. Il en résulte que les qualités d'initiative, l'esprit de recherche patiente et minutieuse joint à la connaissance la plus étendue des principes de la science, lui sont absolument indispensables.

Il ne lui suffira donc pas de connaître les méthodes pratiques d'essai, de les avoir répétées et contrôlées: il faudra qu'il soit capable d'en imaginer même de nouvelles, pour se créer les instruments de recherche dont il aura besoin.

C'est donc avant tout par le travail du laboratoire, effectué sous une direction, sans doute, mais avec une indépendance grandissante, que l'étudiant se préparera le mieux au rôle de savant auquel il aspire dans l'organisation industrielle.

II

Un facteur nouveau entre en jeu aujourd'hui.
De plus en plus, les nations industrielles se dis-

¹ L'un de nous a publié récemment, dans la *Revue Economique Internationale*, un travail de comparaison sur l'organisation de l'enseignement supérieur technique en Europe et en Amérique (*Revue Internationale*, vol. II, n° 4, avril 1905, p. 71-104).

putent la suprématie sur les marchés du monde. Grâce au développement extrême des voies de transport ferrées et maritimes, il s'établit de plus en plus des liens de dépendance mutuelle entre les pays producteurs, tandis que les débouchés se multiplient chez les peuples dont notre civilisation fait éclore les besoins.

Or, dans cette lutte industrielle, il ne suffit pas d'être armé de produits excellents pour s'assurer le succès; il faut, en multipliant les comptoirs à l'étranger, y placer en même temps des hommes capables de résoudre des problèmes que les différences de race, de climat, de pays, peuvent transformer radicalement.

On peut dire, d'ailleurs, que, pour certaines industries, — l'industrie électrique en particulier, — la représentation est un problème très important et d'où dépend, dans une grande mesure, la réussite d'une affaire.

Les industriels allemands l'ont compris depuis longtemps, et les sacrifices qu'ils ont su s'imposer pour le bien résoudre ont été largement compensés par leurs succès commerciaux.

En résumé, nous croyons donc que la spécialisation industrielle justifie pleinement la limitation expressé des études de la masse des ingénieurs aux nécessités spéciales de leur cercle plus ou moins restreint d'activité.

Nous pensons, d'autre part, qu'il faut imposer une préparation beaucoup plus longue et donner une culture plus étendue à ceux que leur valeur ou leur situation peut conduire aux rôles importants de la collaboration scientifique.

Dans ce système, sans faire aucun tort aux écoles supérieures techniques, les Facultés des Sciences ont une place tout indiquée, puisqu'elles peuvent offrir le couronnement des études générales et le moyen de poursuivre les recherches personnelles au laboratoire.

On réalisera ainsi l'étroite union de la Science et de l'Industrie d'une façon moins cahotique, puisqu'on pourra, dans le cadre même de l'enseignement, élaborer l'organisation future, au lieu de faire passer tous les ingénieurs par un moule à peu près uniforme, laissant aux circonstances le soin d'opérer l'inévitable classement, au grand préjudice de ceux qui auront fait inutilement effort.

III

C'est en vue de la formation spéciale de ces *Wissenschaftliche Hilfsarbeiter* que l'enseignement des Sciences appliquées a été introduit à l'Institut de Physique de l'Université de Fribourg (Suisse).

L'enseignement de la Physique appliquée y est donné conformément à deux buts bien distincts :

1° La formation des électriciens, où cette matière intervient comme branche principale;

2° La formation des chimistes et des électrochimistes, où elle intervient comme branche accessoire¹.

L'expérience que nous avons pu acquérir dans ces questions nous a donné la conviction que le travail du laboratoire doit constituer l'armature solide de l'enseignement des sciences expérimentales ou appliquées.

Les leçons de l'auditoire doivent servir surtout au développement et à l'explication des expériences. C'est une regrettable méthode de formation que celle qui consiste à faire absorber à l'esprit sans qu'il soutienne cette assimilation par la constatation des faits. D'une façon générale, on peut dire que les phénomènes seront mieux compris et retenus s'ils se présentent à l'élève non sous la forme d'une loi réduite à une expression plus ou moins abstraite, mais comme un fait précis et vérifié.

Et, si l'Allemagne est arrivée à de si merveilleux résultats dans les sciences chimiques, c'est encore parce que cette idée a dominé depuis trente ans tout l'enseignement de cette science.

Pour donner aux études une suite rationnelle, nous les avons divisées en quatre périodes distinctes.

Dans la première, on veut surtout amener l'élève à travailler avec méthode et à se procurer déjà lui-même certains instruments de travail. On lui indique les problèmes pratiques à résoudre, les méthodes à suivre, les appareils à employer. Le travail d'ensemble doit être fait au point de vue bibliographique et historique; l'exposé théorique vient ensuite avec les indications spéciales sur l'expérience et ses résultats.

Des cours pratiques complètent cette première partie de l'enseignement; ils ont pour but d'initier l'élève à la construction de certains petits appareils simples, au soufflage de verre, etc.

Dans la seconde partie, l'élève doit surtout perfectionner ses méthodes de travail en s'orientant vers des mesures plus importantes. Il ne devra plus se contenter de vérifier certains essais; il devra les répéter jusqu'à ce qu'il obtienne les résultats les plus précis en recherchant lui-même ses erreurs et leur importance relative.

Dans la troisième partie, le but et les moyens restent les mêmes, mais les travaux sont davantage spécialisés et développés.

L'élève, en étudiant ici les mesures d'ordre scien-

¹ Nous mentionnons, ici pour mémoire, l'enseignement de Physique générale donné aux élèves qui se destinent à la pharmacie ou à la médecine, ainsi qu'à l'enseignement.

libre ou technique, n'aura plus seulement une recherche précise à faire sur une question déterminée. Il devra grouper lui-même les questions pour les étudier dans l'ordre et arriver à un résultat général. Il devra, dans un essai, faire varier les différentes grandeurs qu'il rencontre pour fixer leur influence et les lois de leur variation.

Dans tous ces travaux, le professeur et ses assistants indiqueront la voie ou laisseront à l'initiative de l'élève le soin de la découvrir; mais ils devront le suivre d'une façon constante pour qu'il trouve non seulement dans leurs leçons, mais dans leurs fréquents entretiens, l'encouragement et la direction nécessaires. Enfin, le doctorat constitue le couronnement de ces études. Il comprend chez nous, comme dans toutes les Universités germaniques, une épreuve orale sur des matières choisies librement dans un programme fixé par la Faculté, et une thèse originale.

Les matières choisies comprennent toujours une branche principale et deux branches accessoires, la thèse rentrant dans le domaine de la branche principale.

On a discuté souvent les avantages et les inconvénients de la liberté relative laissée en Allemagne à l'étudiant, dans le choix de son programme d'études; nous ne reviendrons pas ici sur cette question, nous bornant à renvoyer à l'étude de la *Revue Économique Internationale* mentionnée plus haut (page 83).

La thèse constitue un moyen pédagogique de formation d'une inappréciable valeur. Le professeur en choisit le sujet d'autant plus aisément qu'il a pu voir plus longtemps l'élève au travail et distinguer avec précision ses aptitudes particulières.

Souvent aussi le professeur trouve dans des élèves de précieux auxiliaires pour des études d'ensemble qu'il organise et dirige, et c'est par cette œuvre collective si féconde que les grandes Universités de Göttingen, Leipzig et tant d'autres ont acquis une réputation scientifique universelle.

Les avantages de ces travaux personnels sont trop manifestes pour qu'il soit nécessaire d'insister sur leur utilité pour l'étudiant. Mais, en fin de compte, la science elle-même y gagne par le précieux appoint d'énergies que la coordination a seule permis de mettre en valeur.

Il nous semble qu'à l'heure présente l'auréole de quelques grands savants, fussent-ils uniques en leur puissance, ne suffit plus à la gloire et surtout aux nécessités impérieuses d'une nation.

La science actuelle veut autre chose.

Elle n'avance plus sous la poussée de quelques individualités brillantes; elle réclame toute la puissance de l'effort collectif, et, de plus en plus, c'est

par le travail du grand nombre, habilement utilisé, que les voies nouvelles se révéleront.

Peut-être l'Allemagne n'a-t-elle pas plus de grands savants que la France; mais, si elle donne au monde l'impression d'une production scientifique plus intense et plus étendue, c'est que, précisément, elle a formé depuis longtemps un plus grand nombre aux recherches scientifiques. Les Universités ont élargi leurs cadres et n'ont rien perdu en mettant en valeur des esprits qui eussent été peut-être, sous d'autres régimes, inévitablement écartés du travail scientifique.

De plus, à l'Université de Fribourg, nous cherchons à intéresser davantage les élèves en leur choisissant des sujets de thèses qui, tout en présentant un caractère scientifique, rentrent cependant dans le domaine technique. Parmi les travaux entrepris par les élèves de l'Institut de Physique, il s'en trouve quelques-uns dont les résultats ont été utilisés industriellement. Nous avons communiqué à la Société internationale des Electriciens¹ une méthode de production de l'acide nitrique au moyen de décharges dans l'air. Elle est actuellement en voie d'exploitation.

D'autre part, comme elle nécessitait l'emploi de condensateurs à haute tension, et que ceux du commerce ne résistaient pas, nous en avons étudié de nouveaux, qui sont également construits aujourd'hui industriellement².

Enfin, nous mentionnerons encore, parmi les travaux de doctorat effectués dans nos laboratoires, des recherches nouvelles sur la mesure des résistances liquides, la charge des condensateurs, la décharge disruptive, la résistance des diélectriques, etc.

L'organisation de cours spéciaux d'Électrotechnique et l'installation de salles d'essais appropriées permettent aux élèves de se spécialiser dans cette matière et d'y choisir leurs sujets de thèse.

Sans faire donc aucune concurrence à nos grandes écoles techniques suisses de Zurich et de Lausanne, nous donnons aux étudiants une culture moins technique, sans doute, mais qui est néanmoins d'une grande utilité dans les industries dont le développement dépend en grande partie de celui de la science physique.

J. de Kowalski,

J. Dalemont.

Professeur de Physique, Agrégé d'Électrotechnique
Directeur de l'Institut de Physique à l'Institut de Physique
de l'Université de Fribourg.

¹ DE KOWALSKI : Nouveaux procédés pour la production de l'acide nitrique (*Bulletin de la Société Internationale des Electriciens*, juin 1903)

² Voir *Eclairage Electrique*, octobre et novembre 1904. Les condensateurs électriques à haute tension, système Niosuski.

L'ÉCONOMIE PASTORALE DANS LES PYRÉNÉES

La mise en valeur des régions montagneuses est un des chapitres les plus curieux à la fois et les plus nouveaux de la Géographie humaine. Un peu partout, dans notre vieille Europe, où la place libre se fait chaque jour plus rare, où des populations toujours plus serrées s'entassent sur d'étroits espaces, on cherche à tirer un meilleur parti des régions hautes. On abandonne les cultures pour créer des prairies, on restaure les forêts, on réglemente et l'on améliore les pâturages. En même temps que le sol, le travail se transforme. Depuis cent ans, l'association a bouleversé les conditions anciennes de la vie pastorale. Dans les Alpes suisses, dans le Jura français, dans la Savoie et même une partie du Dauphiné, les *fruitières*, partout multipliées, ont donné de surprenants résultats. En augmentant la production, en perfectionnant les produits, en facilitant la vente, elles ont décuplé les ressources du sol et répandu l'aisance là où régnait la pauvreté.

Ainsi aménagées, les montagnes ne se contentent plus de suffire aux besoins de leurs habitants. Déjà elles donnent généreusement aux plaines. Elles leur fournissent les produits de laiterie, le lait, les beurres et les fromages, les laines et les viandes. Maintenant, grâce à leurs chutes d'eau, voilà qu'elles font commerce de la *force*, valeur toute moderne et chaque jour plus précieuse. Qu'on l'utilise sur place, qu'on la transporte au loin dans la plaine, c'est la machine mise en mouvement; c'est la lumière à bon marché, les moyens de transport multipliés. Aux habitants des villes, elles offrent autre chose encore : la fraîcheur aux jours chauds de l'été, de l'air pur, de la santé, de la beauté. Ainsi les sommets, jadis « terreur des plaines », deviennent leurs alliés bienfaisants. La solidarité qui les unit apparaît clairement et s'affirme. Dans cet échange mutuel de bons offices, qui sait quel rôle l'avenir réserve à la montagne?

I

Les Pyrénées sont jusqu'ici restées étrangères à cette transformation, presque générale, des montagnes. Elles sont encore une région de médiocres ressources économiques.

Elles produisent des laines dont la renommée est très ancienne et qui alimentent la plus vieille et la plus importante de leurs industries. Leur valeur totale pour les cinq départements pyrénéens¹ s'est

élevée, en 1901, à 3.111.645 francs¹. Mais les produits de laiterie représentent une valeur insignifiante. Ils sont à peu près limités aux besoins locaux, qui sont faibles. En 1892, les mêmes départements ont à peine fourni 1.200.000 francs de beurre, tandis que celui du Jura en donnait à lui seul pour près de 2 millions². Les débouchés, cependant, ne manquent pas. Il y a, à la lisière de la montagne et dans les vallées mêmes, des villes hivernales et des stations balnéaires : Pau, Biarritz, Luchon, Cauterets, Bagnères, où la consommation est considérable. Plus loin, Toulouse et Bordeaux sont de grands marchés. Le beurre est cher cependant, et le plus souvent de qualité médiocre, parce qu'on le fait sans soin. Trop souvent, le consommateur trouve son intérêt à s'approvisionner en Bretagne, en Normandie ou ailleurs. La production des fromages n'est guère plus abondante : 1.454.595 francs en 1892, dont 1.044.721 pour le seul département des Basses-Pyrénées. C'est peu de chose en comparaison des 6.777.856 francs que fournit le Jura³. Encore ces fromages, faits presque exclusivement de lait de brebis et d'un goût piquant, ne sont-ils guère appréciés en dehors de la région, et ne peuvent-ils être un produit d'exportation.

La valeur économique des Pyrénées est donc très inférieure à celle des autres montagnes françaises, Jura et Alpes, tout au moins en ce qui concerne les ressources pastorales. Il y a trente ans, on calculait que le rendement des hauts pâturages atteignait dans les Alpes le chiffre de *cent francs* par hectare pour la période d'été; dans les Pyrénées, il ne dépassait jamais *dix francs* pour la même étendue de terrain, et le rendement moyen restait même inférieur à *cinq francs*⁴. Les choses n'ont guère changé depuis que ces lignes ont été écrites.

Un pays qui ne progresse pas est un pays qui s'appauvrit, parce que la richesse s'accroît autour de lui et qu'il ne peut lutter contre la concurrence. Ainsi les Pyrénées vont en s'appauvrissant. Leurs habitants, ne trouvant plus sur place un travail suffisant, attirés au dehors par l'activité toujours

¹ MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE : *Statistique agricole annuelle de 1901*. Paris, Imp. Nationale, 1902, p. 608-610. La production totale française a atteint, la même année, 33.286.922 francs.

² MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE : *Enquête décennale de 1892*. Paris, Imp. Nationale, 1897, p. 200-201.

³ *Enquête décennale*, p. 200-201.

⁴ A. CALVET : *Observations sommaires sur le progrès rural; leur application à la région des Pyrénées*. Mémoire présenté au Congrès scientifique de France, 39^e session. Pau, 1873, t. I, p. 580.

¹ Basses-Pyrénées, Hautes-Pyrénées, Haute-Garonne, Ariège, Pyrénées-Orientales.

plus grande des régions voisines, émigrent vers les plaines, vers les villes, ou vont plus loin encore, à l'étranger. En cinquante-cinq ans, de 1846 à 1901, la région montagneuse des Pyrénées a perdu 461.479 habitants, passant de 689.384, chiffre le plus élevé qu'elle ait atteint au siècle précédent, à 527.903, population actuelle. Pendant ce temps, les parties en plaines des cinq départements pyrénéens restaient, dans l'ensemble, stationnaires; les parties les plus voisines de la mer s'accroissaient dans de fortes proportions. Aujourd'hui, nos montagnes ont peine à nourrir une population pourtant peu exigeante et chaque jour moins nombreuse.

II

Quelle est la cause de cet appauvrissement de nos montagnes? Est-ce leur constitution géologique? Tout au contraire: les Pyrénées ont un sous-sol plus résistant que celui des Alpes. Plus anciennes, plus longtemps modifiées par l'érosion, elles sont aussi plus stables, plus voisines de l'état d'équilibre. Leurs énormes dépôts glaciaires sont, il est vrai, très affouillables; mais ce sont des formations superficielles, facilement défendables avec un bon couvert forestier ou seulement herbeux. — Est-ce leur climat? Mais ce climat, à la fois méridional et océanique, est éminemment favorable à la croissance des arbres et des herbages. « Quelle différence entre les Alpes et les Pyrénées sous le rapport de l'engazonnement, qui se fait dans ces dernières avec une rapidité et une intensité extraordinaires! » Nos montagnes pourraient être — devraient être — un centre de production de bois (elles l'ont été au temps de la marine à voiles), de laines, de viandes et de lait pour les plaines voisines. Cependant leur valeur économique est presque négligeable.

La faute en est, non à la Nature, mais à l'homme. Les Pyrénées sont pauvres, parce que leurs habitants ont gaspillé leurs richesses ou qu'ils n'ont pas su en tirer parti.

C'est un fait bien connu que la végétation forestière a partout reculé et partout recule encore. Tous les ans, à l'herbe nouvelle, des incendies s'allument d'un bout de la chaîne à l'autre, qu'on voit briller au loin dans la nuit. Et l'on peut lire dans les journaux de la région des notes comme celle-ci: « De nombreux incendies de landes ont éclaté ces jours derniers, un peu sur tous les points de la contrée. Dans la nuit de samedi, le feu a ravagé les landes avoisinant la Rhune et les pentes de la montagne elle-même; dans la journée de

dimanche, celles de Saint-Pée. Activé par un vent très violent, il a dévoré avec une rapidité foudroyante ajoncs, herbes sèches, taillis, vieux chênes creux parsemés dans la lande... L'incendie a encore dévasté 200 hectares à Monein, 150 à Capvern... » Ainsi, des milliers d'hectares de landes, de *touyas*¹, de jeunes bois deviennent la proie des flammes. Pour le montagnard nomade en quête d'herbages toujours plus vastes, l'arbre est l'ennemi que, partout, il faut traquer sans merci.

La forêt est partout atteinte ou menacée, pas partout, il est vrai, dans la même mesure. Le département le mieux boisé est actuellement celui des Basses-Pyrénées. Il possède encore de hautes futaies, notamment les magnifiques sapinières de Gabas, dans la vallée d'Ossau, et beaucoup de landes plus ou moins boisées². Dans l'Aude et les Pyrénées-Orientales, la forêt est déjà plus atteinte; toutefois, les dégâts sont encore modérés et il suffirait de quelques plantations ou semis pour les réparer. Au contraire, dans les Hautes-Pyrénées, la Haute-Garonne, l'Ariège, le mal est très avancé. Ce n'est pas seulement l'arbre qui disparaît; le sol forestier lui-même est en ruine sur plus d'un point. Les travaux de reboisement n'ont de chances de réussir que s'ils sont précédés de grands ouvrages de correction et de consolidation. C'est dans l'Ariège qu'il y a le plus à faire, parce que c'est là qu'il y a eu le plus d'excès, d'usages abusifs et de dégâts. Pour l'ensemble des six départements pyrénéens, sur une superficie de 1.276.000 hectares de terrains montagneux, la surface globale boisée occupe 411.000 hectares, l'aire effectivement boisée est de 310.000 hectares, soit 24 %. La forêt couvre donc à peine le quart de la masse pyrénéenne³.

Le pâturage lui-même, que le pâtre croit étendre et améliorer aux dépens de la forêt, le pâturage n'est, en réalité, pas mieux traité. D'abord, il est menacé par la disparition des arbres, exposé à de longues sécheresses, aux éboulis et aux chutes de pierres venues des sommets voisins. De plus, il ne reçoit aucun aménagement sérieux. Peu ou point de travaux d'entretien, pas d'améliorations, pas d'irrigations. Des abreuvoirs faits d'un tronc d'arbre, quelques abris rudimentaires pour les troupeaux, quelques mauvais chemins que chaque printemps creuse et défonce un peu plus, c'est tout ou presque tout. Les bergers éprouvent une défiance instinctive pour tout ce qui ressemble à une contrainte ou à une intervention du dehors, et cette défiance devient de la haine s'il y a seulement apparence

¹ Champs de fougères et d'ajoncs épineux.

² J. DUBREUIL: *Les forêts des Basses-Pyrénées*. Pau, Garet, 1892.

³ Y compris l'Aude.

⁴ E. DE GORSE: *Les forêts des Pyrénées*. Extrait de la *Revue des Eaux et Forêts*. Paris, Rothschild, 1894.

¹ H. DE LAPPARENT: Voyage d'études dans les hauts pâturages de la chaîne des Pyrénées en 1889. *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, 11^e année, 1892, n^o 1, p. 32.

que l'herbe est menacée par l'arbre. Un abreuvoir établi il y a quelques années sur les vacants domaines du Consulat de Foix avait été entouré d'une plantation d'arbres à hautes tiges, qui offrait aux troupeaux un excellent abri contre le vent : les pâtures n'ont rien eu de plus pressé que de la détruire¹. Ailleurs, on a fait des travaux d'irrigation. Ils ont bien réussi, transformé des pâtures presque improductives en prairies fauchables. Mais les populations ont négligé de réparer les rigoles, malgré les gratifications de l'Administration. Elles ont été bientôt comblées par les éboulis, provenant des parties supérieures des versants, et par le piétinement des animaux : les pâturages ont aussitôt repris leur aspect accoutumé². Quant aux fumures, l'épandage du fumier accumulé dans les *jasses* où les animaux passent la nuit ne se fait pas. L'idée que la terre a besoin de se reposer et de se refaire, qu'il faut lui restituer les éléments que chaque été lui enlève, cette idée, familière aux gens de la plaine, est étrangère à ceux de la montagne.

Mais la véritable cause de la décadence pastorale n'est pas encore dans ces pratiques, si fâcheuses qu'elles soient. Elle réside dans la transhumance, qui est le fond de presque toute l'économie pastorale pyrénéenne. Tous les ans, les pâturages sont envahis par les troupeaux de la vallée et par ceux venus des plaines françaises ou espagnoles, affaiblis et affamés par une longue route. Quelle que soit la provenance de ces troupeaux, le moindre souci de l'éleveur est de proportionner le nombre d'animaux à la « possibilité » de la montagne. Il en résulte la *surcharge*, et de la surcharge la dégradation du pâturage. Le mouton, qui mange toutes les espèces d'herbes, les dévore jusqu'à la racine quand il ne trouve rien de mieux, si bien que le pâturage se trouve bientôt dénudé sur certains points. Il se forme ainsi, à la surface de la pelouse, des vides, élargis encore par le ruissellement des eaux et le piétinement du bétail. A la saison suivante, le pâturage aura une possibilité inférieure à celle de l'année précédente. Et si, comme il arrive toujours, on y mène le même nombre de bêtes que l'année d'avant, les dégâts iront en s'aggravant. Le mouton, qui n'est pas plus dangereux que la vache sur un pâturage en bon état, l'est beaucoup plus sur un pâturage dégradé, car il le ruine avant de dépérir, au contraire de la vache, qui dépérit sans l'avoir ruiné. Alors l'herbe est arrachée sur de grandes étendues, et une pelouse naguère fournie se trouve bientôt transformée en une surface dénudée³.

L'indifférence du montagnard pyrénéen, en matière d'amélioration ou seulement d'entretien du pâturage, s'explique par de très vieilles habitudes, mais surtout par la constitution de la propriété dans les montagnes et dans les landes de la plaine. Les pâturages des régions hautes et beaucoup de landes du plat pays sont biens communaux ou syndicaux, en sorte que l'intérêt particulier n'est pas en jeu pour en tirer, comme on le fait en Suisse, tout le parti dont ils sont susceptibles et attacher le montagnard à la rude vie de la montagne. Au contraire, dès qu'il s'agit de propriété particulière, le Pyrénéen sait très bien faire ce qui est nécessaire. « En peu de temps une pâture médiocre devient une prairie fauchable, bien enclose, bien nivelée, utilisant le moindre filet d'eau⁴ ». L'indivision du pâturage est ainsi, dans les Pyrénées, une cause d'indifférence, de gaspillage et d'inertie, parce qu'elle empêche l'initiative individuelle d'entrer en jeu. C'est, d'ailleurs, un petit nombre de privilégiés qui en accapare les profits : il ressort de toutes les dépositions reçues par la Commission des améliorations pastorales et forestières que le défaut de réglementation et les abus qui en découlent tournent au profit presque exclusif d'une minorité aisée, qui opprime la classe pauvre, la plus nombreuse et la plus intéressante. C'est cette dernière qui, n'ayant pas de quoi vivre, émigre vers les plaines ou au delà des mers⁵.

C'est donc l'état social des populations qui est la véritable cause de la torpeur où se trouve aujourd'hui le pastoral pyrénéen. Ce qu'il y a de plus fâcheux, c'est qu'en exploitant si mal les ressources présentes, on compromet et l'on diminue celles de l'avenir. La montagne va en s'appauvrissant. Une fois dépouillé de sa forêt et de ses gazons, le sol devient la proie des torrents. L'eau emporte les particules ténues de la surface, entraîne les éléments affouillables, les débris morainiques peu consistants qui, sur d'énormes épaisseurs dans les Pyrénées, forment comme la chair de la montagne. Elle creuse un sillon qui bientôt deviendra un ravin. Des terrains jadis stables s'écroulent sur les prairies inférieures, les plus riches, et envahissent la vallée. Depuis un siècle, la dégradation des Pyrénées s'est manifestement aggravée. Dans certaines régions, la vallée d'Aspe, la vallée supérieure du Gave de Pau, certaines parties des bassins de la Garonne et de l'Ariège, elle commence à devenir inquiétante.

Les cours d'eau, pour la même raison, deviennent des torrents irréguliers. Qu'une averse survienne

¹ CAMPARDON : *Les Améliorations pastorales dans l'Ariège et la Haute-Garonne*. Paris, Imp. Nationale, 1900, p. 42.

² *Ibid.*, p. 43.

³ P. DESCOMBES : *Etude sur l'aménagement des montagnes dans la chaîne des Pyrénées*. Extrait de la *Revue Philoma-*

thique de Bordeaux et du Sud-Ouest, 7^e année, n^{os} 5 et 6, 1^{er} mai et 1^{er} juin 1904. Bordeaux, Féret, 1904, p. 14-16.

⁴ H. DE LAPPARENT, *ouv. cit.*, p. 38.

⁵ CAMPARDON, *ouv. cit.*, p. 16.

il y en a d'interminables sur le versant français des Pyrénées), et le ruisseau le plus paisible se transformera en torrent déchaîné, agent de destruction formidable. En juillet 1897, le Bastan, subitement grossi, enleva une partie des maisons de Barèges, emporta 5 kilomètres de route et mit en question l'existence même de Luz. Il suffit de quelques heures pour tout saccager : routes, ponts, cultures, voies ferrées. Le désastre s'étendit à la plaine : toute la haute Gascogne fut dévastée. Des localités situées à la surface des plateaux, comme l'Isle-en-Dodon, furent ravagées par l'inondation. Les mêmes faits se répètent, avec plus ou moins d'intensité, chaque année. Les inondations du mois de mai dernier ont causé des dégâts considérables et fait de nombreuses victimes dans tout le Sud-Ouest.

Une fois le terrible flot écoulé, l'eau manque, bien souvent. Chaque été les usines de Bagnères chômeraient, si, en fin de saison, on ne recourait aux réserves du lac Bleu. C'est là un sérieux sujet de préoccupations pour ceux qui voient, dans les cours d'eau dispensateurs de force, une des plus abondantes ressources des Pyrénées. Les glaciers y sont rares et peu étendus ; les vrais réservoirs des eaux courantes, ce sont les forêts et les pâturages. Ceux-ci détruits, où prendra-t-on la *houille blanche* ?

Telle est actuellement la situation des Pyrénées. Disparition des forêts, usure du pâturage, dégradation des versants, appauvrissement des cours d'eau, tout se tient, et partout la cause est la même : un état social désastreux ; des abus que le pâtre croit nécessaires et qu'il défend depuis des siècles avec la même âpreté sauvage, le même mépris de l'intérêt général et la même ignorance de son propre intérêt ; en un mot, un mode d'exploitation des ressources du sol qui remonte aux âges les plus lointains de l'humanité.

III

On s'efforce aujourd'hui d'introduire dans les mœurs pastorales des Pyrénéens des pratiques plus modernes. L'État, des particuliers ont pris l'initiative de cette œuvre d'éducation.

¹ La force motrice des torrents pyrénéens est encore presque inutilisée, sauf dans les bassins supérieurs du Gave de Pau et de l'Aude, où ils ont fourni quelques applications intéressantes. Elle est cependant considérable. M. Marchand, directeur de l'Observatoire du Pic du Midi, estime à 8 millions de chevaux-vapeur l'énergie totale des eaux qui descendent sur le versant français des Pyrénées. M. H. Ader, ingénieur des Ponts et Chaussées, évalue la force d'ensemble des cours d'eau pyrénéens français à 2 millions de chevaux-vapeur. Il reconnaît que l'on n'a pas encore les éléments d'une évaluation exacte des chutes d'eau pyrénéennes susceptibles d'être pratiquement aménagées (Compte rendu des travaux du second Congrès du Sud-Ouest navigable, p. 283 et 303).

L'Administration des Eaux et Forêts surveille les bois domaniaux et communaux soumis au régime forestier, et les défend le plus qu'elle peut contre l'envahissement du pâtre. Elle a exécuté des ouvrages partiels de reboisement et de correction des torrents. Les plus remarquables, ceux du Pégüère de Cauterets, du Rieulet et du Midaou de Barèges, du Laou d'Esbas, près de Luchon, passent pour être des modèles du genre, et font grand honneur à ceux qui les ont dirigés. Mais les ressources financières dont l'État dispose, pas plus que la législation en vigueur à l'heure actuelle, n'ont permis de faire davantage. Jusqu'ici, on n'a pas cherché à reconstituer les massifs forestiers, à refaire les pâturages ou seulement à régulariser les cours d'eau. On s'est contenté de corriger des torrents déjà formés, de s'attaquer aux « berges vives » et de combattre l'érosion commencée. On se défend contre le mal, on ne s'efforce pas de le prévenir. En somme, tout se borne actuellement à quelques travaux de détail destinés à préserver des villes d'eaux, des routes ou des lieux habités menacés de destruction.

Il suffirait, cependant, de ressources très modérées pour faire beaucoup mieux. Le mal n'est pas encore aussi avancé dans les Pyrénées qu'il l'est dans les Alpes provençales ou dauphinoises ; pourvu qu'on la défende contre le mouton ou contre l'homme, la végétation forestière, très vivace, finit toujours par triompher. « Dans les Pyrénées, spécialement dans les parties granitiques et schisteuses, le bois (surtout le hêtre) gagne naturellement du terrain avec une très grande facilité ¹. » On a pu dire qu'en cinquante ans, les Pyrénées se reboiseraient tout entières et spontanément si on les préservait seulement du troupeau. Il faudrait moins de temps encore, si l'homme y venait directement en aide à la Nature.

Il n'est pas à souhaiter que la végétation forestière s'étende partout où les arbres peuvent pousser, comme le voudraient quelques forestiers intransigeants. Une telle conception irait directement à l'encontre de l'intérêt bien entendu du pastoralat. Mais on est d'accord pour réclamer le reboisement en grand des versants les plus inclinés, des centres de dispersion et d'alimentation des cours d'eau, enfin des régions qui, par leur nature, sont impropres à l'aménagement de pâturages véritablement productifs ².

Du reste, l'Administration des Eaux et Forêts ne limite pas son effort à l'entretien des bois : elle s'efforce en même temps de mieux aménager les

¹ H. DE LAPPARENT, *ouv. cité*, p. 35.

² V. notre exposé : *Le Déboisement dans les Pyrénées françaises* (*Revue de Paris*, 10^e année, t. VI, 15 nov. 1903, p. 287-314).

pâturages. C'est ici, peut-être, que sa tâche rencontre le plus de difficultés. S'il y a un régime forestier, il n'y a pas encore de véritable régime pastoral, et, ainsi, elle se trouve le plus souvent désarmée. Cependant, et malgré toutes les résistances, elle a réussi à rendre de réels services. Un peu partout elle a tracé des chemins, construit des abris pour les troupeaux et les pâtres, établi des abreuvoirs¹. Par ses soins, nombre de pelouses ont été débarassées des végétations envahissantes et nuisibles, broussailles, genévriers ou bruyères, dont la présence est la marque distinctive du pâturage en mauvais état. Les pierrailles, tombées des sommets ou arrachées au sous-sol, ont disparu. Les irrigations, les drainages ont assuré une meilleure répartition des eaux.

Enfin, l'Administration s'efforce aujourd'hui d'introduire et de faire vivre dans les Pyrénées la pratique de l'association, en créant et en subventionnant des fruitières. Ce sera là, si elle réussit, le plus grand service qu'elle puisse rendre à la région, car la coopération n'accroît pas seulement la production; elle perfectionne les produits, elle améliore le troupeau et transforme les mœurs pastorales. Elle est un groupement et un organe de propagande et d'éducation. Il y a trente ans, le garde général Calvet essayait déjà d'acclimater dans les Pyrénées les fruitières du Jura et des Alpes. Il écrivait alors une *Note sur le rôle économique des Associations pastorales dans les hautes vallées des Pyrénées*², et présentait, sur le même sujet, un Mémoire au 39^e Congrès scientifique de France, tenu à Pau en 1873³. Sous son impulsion, des entreprises à forme coopérative s'organisèrent aux Quatre-Véziaux (vallée d'Aure), à Aulon, à Juncalas (Lavedan), à Cauterets et à Ger. Elles furent subventionnées par le département des Hautes-Pyrénées. Vers 1880, le Conseil général des Basses-Pyrénées créa deux fruitières, l'une à Bedous, l'autre à Bielle, et les subventionna largement. Elles fonctionnèrent d'une manière intermittente pendant quelques années. Le jour où les subventions furent retirées, elles tombèrent d'elles-mêmes.

Tout n'a pas été cependant inutile dans ces tentatives. Au cours de ces vingt-cinq dernières années se sont organisées dans la Haute-Garonne des entreprises portant toutes le nom plus ou moins justifié de fruitières. Elles sont au nombre de 23, sur lesquelles 14 sont subventionnées par le département ou par l'État. La fruitière-école de Marignac, dirigée par un jurassien des plus experts, leur fournit des praticiens expérimentés. Ces établisse-

ments vivent et se développent. En 1900, ils ont fabriqué ensemble pour 386.190 francs de beurre et 199.290 francs de fromage. L'Ariège, où le progrès est assez marqué depuis quelques années, possède seize fruitières, dont une seule est coopérative; elles ont produit 361.386 francs de beurre et 270.364 francs de fromage. Dans les Basses-Pyrénées, il n'y a pas de fruitières, mais seulement des laiteries appartenant à des propriétaires, et généralement situées en plaine. L'industrie beurrière s'y développe assez rapidement depuis deux ou trois ans. Dans les Hautes-Pyrénées, elle occupe une place insignifiante. Il n'y a qu'un seul établissement laitier industriel, la fruitière d'Estansan, subventionnée, qui produit annuellement pour 7.500 et 6.800 francs de beurre et de fromage. Il n'existe d'industrie laitière ni dans le département des Pyrénées-Orientales, ni dans celui de l'Aude⁴.

En somme, les fruitières n'ont pas réussi dans les Pyrénées, du moins jusqu'ici. La plupart de celles que l'on établit perdent très vite leur caractère d'associations pour prendre celui d'industries particulières. Le montagnard pyrénéen, profondément indépendant, est individualiste à l'excès. De plus, il éprouve une naturelle méfiance pour tout ce qui ressemble à une intervention étrangère, qu'elle vienne d'un particulier ou qu'elle procède de l'État. En revanche, nous pensons qu'il n'est peut-être pas aussi rebelle qu'on l'a souvent dit à l'esprit d'association. On observe dans les Pyrénées de très anciennes formes d'association, restées vivantes et utiles, appropriées aux besoins et aux habitudes. Peut-être l'Administration n'a-t-elle pas su en tirer tout le parti qu'elle pouvait. M. H. de Lapparent en a fait la remarque en ce qui concerne précisément les associations fruitières⁵, et il reproche au Service forestier d'avoir voulu innover complètement au lieu de prendre pour point de départ des organisations existantes et de chercher à les améliorer progressivement. Il reproche encore à ces fruitières, ainsi créées de toutes pièces, de n'avoir en vue qu'une seule branche de l'industrie laitière, la fabrication du fromage façon gruyère. C'est, de toutes, celle qui a le moins d'avenir, puisque les débouchés sont accaparés par les producteurs jurassiens et suisses, tandis que la production beurrière aurait un écoulement certain dans les villes du Sud-Ouest et pourrait, ainsi assurée de vivre, travailler à étendre plus loin sa clientèle. Ce double reproche nous paraît des plus justifiés. L'erreur, dans les deux cas, est

¹ CAMPARDON, *ouv. cité, Passim.*

² Tarbes, Lescaméla, 1872.

³ *Observations sommaires sur le progrès rural; leur application à la région des Pyrénées.*

⁴ MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE : *Enquête sur l'industrie laitière.* Paris, Imp. Nationale, 1903.

⁵ H. DE LAPPARENT, *ouv. cité*, p. 39. L'esprit d'association présente bien d'autres manifestations dans les Pyrénées, que nous n'avons pas à indiquer ici.

la même, et procède de cet esprit d'uniformité qui anime toutes nos administrations. On peut croire qu'avec un peu plus d'habileté, et surtout avec une plus exacte connaissance du milieu, les agents si dévoués du Service forestier finiront par propager dans les Pyrénées la pratique de la coopération.

A l'initiative de l'Administration s'ajoute heureusement, en diverses matières, celle des municipalités et des individus. Ici et là, trop rarement, il est vrai, des communes prennent des mesures de conservation ou d'aménagement des pâturages. Elles ne peuvent pas faire grand'chose, étant pour la plupart très pauvres, comme toutes les communes de montagnes. Certains syndicats de communes (c'est là une organisation toute pyrénéenne) administrent avec prévoyance les biens indivis dont ils ont la gestion et rendent de réels services.

Les propriétaires et les éleveurs, de leur côté, tendent à améliorer le troupeau ou, mieux, à le transformer. Un peu partout, on constate que l'élevage de la vache est en progrès, tandis que le nombre des moutons diminue. En 1866, il y avait dans les cinq départements pyrénéens 1.979.000 moutons et 549.000 vaches. En 1901, les chiffres sont respectivement 1.369.000 moutons et 653.000 vaches. Les Pyrénées possèdent de bonnes races de vaches. Celles de Saint-Girons et de Lourdes fournissent d'excellentes laitières; la race gasconne (ou *carolaise*) et la race béarnaise produisent des animaux de travail très vigoureux. On a pu dire de ces derniers qu'ils sont les chevaux arabes de l'espèce bovine. On cherche, par une sélection habile, à développer les qualités naturelles tout en conservant la pureté du troupeau pyrénéen. C'est dans ce but qu'ont été créés des livres généalogiques ou *Herd-books*, l'un pour la variété de Saint-Girons, un autre pour la variété béarnaise (celui-ci en 1902).

IV

Enfin, l'initiative privée vient de se manifester d'une manière très particulière, mais qui nous paraît répondre parfaitement aux besoins de la région.

Il s'est organisé, il y a bientôt quatre ans, une Association régionale, dite du *Sud-Ouest navigable*, dont le but est d'étudier la décadence de la batellerie, d'en observer les causes et d'en chercher les remèdes. Le *Sud-Ouest navigable* a tenu trois Congrès, à Bordeaux en 1902, à Toulouse en 1903 et à Narbonne l'année dernière. De cette sorte de consultation régionale, il est sorti bien des enseignements, un surtout très clair et très impérieux : la décadence et l'appauvrissement physiologique des Pyrénées. Si bien que l'un des premiers résul-

tats pratiques d'une Association créée pour améliorer des fleuves aura été de provoquer un meilleur aménagement des montagnes. L'idée de grouper en une association désintéressée tous ceux que préoccupe l'avenir des montagnes en général, et celui des Pyrénées en particulier, a pris naissance en plaine à 200 kilomètres de la chaîne. On ne peut donner une démonstration plus éclatante de cette solidarité d'intérêts qui, de plus en plus, unit toutes les parties d'une même région naturelle.

Il y a un an et quelques mois, se fondait à Bordeaux l'Association pour l'aménagement des montagnes. Son but était : 1° de combattre, sur les points les plus menacés, la dégradation et l'appauvrissement des régions hautes; 2° de mettre, du même coup, sous les yeux des populations intéressées de véritables *champs d'expériences* où l'on appliquerait les bonnes méthodes. L'Association réunit dès le début la plupart de ceux qui, par leur situation ou leur compétence, étaient en mesure de comprendre la portée de l'entreprise et d'en assurer le succès : des ingénieurs, des forestiers, des industriels, des négociants, des professeurs de Facultés, des notabilités politiques de la région pyrénéenne. Elle compte aujourd'hui parmi les siens un membre de l'Institut, et non des moindres, M. A. de Lapparent, dont l'adhésion est des plus significatives.

L'Association résumait ainsi son programme :

« Affirmer par des baux à long terme des terrains communaux dans les hautes vallées et les plateaux que les troupeaux de la plaine, affamés par une longue route, dévastent dès leur arrivée, améliorer les conditions de la vaine pâture pour les usagers, créer des chemins, des abris pour les bergers, des prairies dont les fourrages faciliteront la stabulation, reboiser les pentes abruptes, embroussailler les rochers, aménager des pâturages boisés où le bétail sera protégé et le sol consolidé, favoriser la substitution des vaches aux brebis par l'organisation d'Associations fruitières, faire cesser les indivisions désastreuses de la propriété entre communes françaises et étrangères, remettre enfin aux communes un domaine pastoral amélioré, avec des forêts en plein rapport dont le revenu sera plus que suffisant pour son entretien, afin de montrer aux populations, par une action directe, la solidarité des industries forestière et pastorale;

« Propager par des publications, des Conférences et des Congrès les moyens les plus efficaces pour régulariser le régime des eaux et pour résoudre le double problème, identique comme solution, de conserver aux montagnes leur terre et leur population;

« Aider de ses subventions les entreprises parti-

culières, collectives ou communales concourant au même but¹. »

Fondée le 21 avril 1904, déclarée le 6 mai, l'Association afferma le 29 mai, par voie d'adjudication et pour une période de cinq ans, les pâturages des vallées de la Gêla et de Saux. Propriété indivise des communes de Guchan et de Bazus-Aure, ces pâturages occupent, dans la haute vallée de la Neste d'Aure², une superficie d'environ 2.000 hectares. Dès la première semaine de la location, l'Association faisait reconnaître le territoire, organisait les services de garde, exécutait les réparations de chemins les plus urgentes, négociait des conventions avec les communes propriétaires et recueillait les éléments d'un plan d'aménagement et de devis pour les travaux d'amélioration forestière et pastorale. Ce territoire n° 1, qui recevait les années précédentes, en dehors du gros bétail des communes propriétaires, 3.000 bêtes à laine espagnoles et 800 des communes, se trouvait, du fait de sa location, libéré des 3.000 moutons espagnols, ce qui supprimait la surcharge du pâturage.

C'était un heureux début. En refusant l'entrée des herbages à l'entrepreneur espagnol qui les occupait jusqu'alors, on évitait d'avoir à évincer des compatriotes, des montagnards peut-être, qui fussent devenus des rivaux dangereux. Les troupeaux de la vallée se trouvaient dans l'abondance, en même temps qu'une partie considérable du pâturage restait disponible, ce qui permettait de laisser reposer les portions les plus dégradées. On put aussitôt entreprendre des travaux de restauration sur les flancs du pic Poc (2.439 mètres), qui domine au centre les vallées de la Gêla et de Saux.

Ces premières mesures ont donné des résultats immédiats qui surprendront peut-être ceux qui ne savent pas combien est grande leur efficacité. A la suite de la sécheresse exceptionnelle de l'été dernier, qui avait transformé toutes les pelouses en paillassons, les pâturages voisins, surchargés de bétail, ont été profondément ravinés par un violent orage survenu le 6 août, tandis que ceux où l'Association avait réduit le nombre des moutons n'ont pas été dégradés.

La démonstration a déjà paru convaincante. Et, comme l'exemple est contagieux, que les avantages offerts sont considérables et purement gratuits, il

se produit autour du terrain d'expérience un premier mouvement d'attention parmi les populations montagnardes. A l'heure actuelle, une commune limitrophe, celle de Tramezaïgues, a demandé l'extension des opérations à son domaine; elle l'obtiendra sans aucun doute. Dans une vallée voisine, l'importante commune de Campan a supprimé la transhumance sur son territoire et réglementé l'achat du bétail pour éviter la fraude. Ce sont là des résultats encourageants.

Aujourd'hui, l'Association pour l'aménagement des montagnes est en pleine prospérité. De précieux concours s'offrent à elle. Le Conseil général des Hautes-Pyrénées, dans sa session d'avril 1904, lui a promis son appui moral. La Chambre de Commerce de Bordeaux, le Conseil général de la Gironde et le Ministère de l'Agriculture lui ont accordé des subventions. Mais cela ne suffit déjà plus. Aussi prépare-t-elle, dans un but d'étude et de propagande, une importante manifestation de l'idée pastorale et forestière. Son premier Congrès vient de se tenir à Bordeaux, et a été suivi d'une visite collective de son territoire n° 1. Les Compagnies des chemins de fer du Midi et de l'Orléans ont montré l'intérêt qu'elles lui portent en accordant à ses sociétaires la réduction individuelle de demi-place.

V

Par des moyens divers et sous des formes variées, c'est donc la mise en valeur des Pyrénées qui se prépare. La tâche sera rude, car les résistances seront longues et obstinées. Mais l'œuvre vaut la peine qu'on l'entreprenne, puisqu'il s'agit de transformer toute une région, l'une des plus belles et des plus vastes de notre pays. Ceux qui s'y appliqueront trouveront, d'ailleurs, des auxiliaires puissants : d'abord une nature généreuse, un sol robuste, un chaud soleil, des pluies abondantes; ensuite une population qui, avec bien des défauts, a d'incontestables qualités de ressort et d'initiative. Il y a plus de deux siècles, Froidour, le premier en date des grands forestiers français, rendait justice à la finesse et à l'énergie de la race : le Gascon, remarquait-il, « fait plus qu'il ne dit ». Le Pyrénéen est un insoumis et un nomade, parce que son éducation sociale et économique n'est pas faite. Le jour où il sera mieux informé, il n'est pas démontré qu'il ne deviendra pas aussi avisé et aussi laborieux que le Jurassien ou le Savoyard.

H. Cavailès.

¹ ASSOCIATION POUR L'AMÉNAGEMENT DES MONTAGNES. *But de l'Association, son programme, début de ses opérations.* Bordeaux. 1904.

² Hautes-Pyrénées.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Czuber (E.), professeur ordinaire à la Technische Hochschule de Vienne. — *Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung auf Fehlerausgleichung, Statistik und Lebensversicherung.* — 1 vol. in-8° de xv-594 p. (Prix : 24 mk). Leipzig, Teubner, 1905.

Il n'est pas de branche de la Science — de la Science mathématique, du moins — plus intéressante, et il n'en est pas de plus importante que le Calcul des probabilités. Il n'en est pas, cependant, que les mathématiciens aient moins cultivée et à laquelle ils fassent faire moins de progrès. C'est sans doute, il faut bien le dire, parce qu'il n'en est pas de plus déconcertante, et en face de laquelle nous nous sentions plus désarmés.

Pour se rendre compte combien les difficultés sont grandes, et combien, cependant, leur résolution importe à toutes nos connaissances, il suffit de se reporter à l'article publié par M. Poincaré dans la *Revue* du 15 avril 1899. Notons seulement que, depuis le moment où cet article a été écrit, la Physique manifeste une tendance de plus en plus accentuée à faire appel aux théories moléculaires, c'est-à-dire à la loi des grands nombres et au Calcul des probabilités, dont les principes mêmes se trouvent mis en jeu, de sorte qu'on prévoit le moment où toute étude du monde physique devra reposer sur une étude approfondie de ces principes. Et qui eût soupçonné, hier encore, que les résultats du Calcul des probabilités allaient devenir indispensables à la Biologie ?

On comprend donc l'intérêt qui doit forcément s'attacher à une exposition un peu complète du Calcul des probabilités : et, par *complète*, il va sans dire que je n'entends point une exposition où rien ne soit passé sous silence, mais une exposition qui n'esquive pas les difficultés, qui, au lieu de développer un simple chapitre d'Analyse combinatoire ou de Calcul intégral, donne au côté expérimental, pratique, du problème la place à laquelle il a droit, la principale. C'est un ouvrage de cette espèce que nous apporte M. Czuber.

Il est évident, d'après ce que nous venons de dire, que les mathématiciens seront, pour la plupart, disposés à tourner un peu vite les pages relatives à la probabilité sous sa forme classique. Elles représentent des notions qui leur sont familières ; mais elles sont une préparation nécessaire à tout ce qui va suivre. Notons seulement les quelques paragraphes consacrés au côté philosophique de la question, qui s'imposaient dans un pareil sujet ; et aussi l'étude si intéressante des déviations moyennes (différences entre la probabilité et le pourcentage des épreuves favorables).

Le problème commence à s'élargir avec les probabilités géométriques. C'est un sujet que l'auteur a traité d'une manière plus développée dans son ouvrage intitulé *Probabilités et moyennes géométriques*. Comme dans l'ouvrage en question, il nous semble que, dans celui qui nous occupe actuellement, les « cas également possibles » ne sont pas toujours assez rigoureusement définis. Cette définition est bien donnée pour les probabilités d'événements dépendant d'un point mobile. Mais ce n'est pas, par exemple, ce qui a lieu pour le problème de l'aiguille de Buffon. Je sais bien que, dans ce cas, il ne peut y avoir d'hésitation. Ce n'est pas une raison pour ne pas remarquer qu'il y a là une convention, et une convention nouvelle. Le choix n'a même pas ce caractère d'évidence dans l'exemple précédent (n° 47, p. 71) : est-il parfaitement clair que la probabilité d'une division de la longueur donnée a en trois parties

x, y, z , soit proportionnelle à la surface décrite par le point x, y, z , dans le plan $x + y + z = a$?

Une erreur plus surprenante est le théorème du n° 58, relatif à la valeur moyenne d'une quantité S dans une aire A : la proposition est exacte si cette aire est dilatée d'une quantité constante sur tout son contour, ou si S conserve une valeur constante lorsqu'on fait varier l'un des points considérés par ce contour ; c'est précisément ce qui se produit dans les exemples traités par l'auteur ; en dehors de ces cas, la conclusion énoncée n'est pas vérifiée en général.

Mais c'est avec la probabilité *expérimentale* que nous entrons dans la partie véritablement vitale du sujet. La première notion qui se pose à ce point de vue est connue sous le nom de *probabilité des causes* : dénomination qui est, il est vrai, assez imparfaite, et à laquelle M. Czuber préférerait voir substituer celle de *probabilité des hypothèses*. Il est à noter qu'une question de cette espèce, et relative aux inclinaisons des orbites des planètes sur le plan de l'écliptique, s'est incidemment posée dès le premier chapitre (n° 41) : il aurait peut-être été utile de remarquer qu'elle relevait, en réalité, des considérations développées actuellement.

Une partie véritablement critique, cruciale de la théorie se présente ici dans le passage du cas où divers événements sont également possibles, parce que tous se trouvent également en puissance dans les données, à celui où cette possibilité n'est que subjective et résulte de notre ignorance. L'auteur a soin de présenter ce passage dans deux questions aussi comparables entre elles que possible sous tous les autres points de vue : plusieurs urnes de compositions différentes, d'une part ; une urne de composition inconnue, de l'autre. Peut-être aurait-il pu insister encore davantage sur les relations qui existent entre le second de ces deux problèmes et ceux qui sont à présenter dans la suite. Mais on lit avec intérêt la discussion qu'il consacre à cette délicate notion et aux erreurs que l'on peut commettre à cet égard.

Vient ensuite la notion de l'espérance mathématique, à propos de laquelle sont énoncés et démontrés les beaux théorèmes de Tchebycheff sur la probabilité des moyennes.

On se serait sans doute tenu à cette notion si la question était restée entre les mains des mathématiciens. Mais, ici, le théoricien pur, trop souvent semblable « à un peintre qui saurait harmonieusement combiner les couleurs et les formes, mais à qui les modèles feraient défaut », n'a pas été livré à lui-même. La théorie des probabilités a eu cette heureuse fortune d'être en rapport direct avec les applications, et avec les plus tangibles de toutes, puisqu'il s'agit d'applications financières ; ce sont elles qui lui ont tracé sa voie. On leur doit, en l'espèce, la conception importante et féconde de *risque*. Le lecteur de l'ouvrage de M. Czuber verra combien celle-ci, et les notions connexes de *risque moyen* et de *risque relatif*, éclairaient la question.

C'est, par contre, aux mathématiciens — à Bernoulli et à Laplace — que l'on doit la notion d'*espérance morale*. C'est, nous semble-t-il, un exemple typique des erreurs commises en matière sociale que celui-ci : les théoriciens des questions financières laissant aux savants le soin de découvrir, et même refusant de voir après eux, qu'une même somme d'argent n'a pas la même importance pour tout le monde.

¹ POINCARÉ : Congrès des Mathématiciens (Zürich, 1897).

Les économistes, dans ces derniers temps, songent à adopter ce point de vue, et le chapitre dont nous venons de nous occuper aboutit aux relations entre cette théorie et les travaux de Walras et des Paréto.

Malgré leur importance pratique, ces notions n'ont été exposées qu'au point de vue général et théorique. Nous ne pénétrons sur le terrain des applications que dans une deuxième partie, et par un tout autre côté : l'étude des erreurs d'observation.

La loi de Gauss est examinée avec toute l'attention qu'elle mérite et déduite successivement des diverses considérations qui y conduisent. La marche suivie pour la faire découler de l'existence d'un grand nombre de causes d'erreur indépendantes, marche empruntée à Crofton, me paraît un peu artificielle, un peu synthétique : je préférerais une démonstration qui mit mieux en évidence le mécanisme par lequel le phénomène se régularise.

Il est particulièrement intéressant de constater comment cette notion de risque, que nous avons vue naître de questions financières, joue un rôle essentiel dans un sujet de science pure comme la théorie des erreurs. C'est un risque d'erreurs tout analogue au risque commercial qui est en jeu dans cette théorie. C'est ce point de vue qui, en particulier, fournit à M. Czuber le fondement de la méthode des moindres carrés. Celle-ci est, bien entendu, appliquée à une série d'exemples empruntés à la Géodésie et à la Physique. J'aurais aimé que l'un de ces exemples fût rappelé au moment même où la question est posée : leur absence donne, à mon avis, un peu d'obscurité à son énoncé.

On passe ensuite (troisième partie) aux applications statistiques. Sur un point, M. Czuber cesse de mériter entièrement l'éloge que nous lui décernions en commençant. Nous n'irons certes pas lui reprocher de n'avoir pu traiter les questions de *Mécanique statistique* : il lui aurait fallu écrire un nouveau volume aussi important que le premier ; mais il est étonnant qu'on ne trouve aucune allusion à ce côté de la question.

Statistique est donc pris exclusivement dans le sens démographique. On est ainsi conduit à l'attachante théorie de la *dispersion* et aux beaux résultats que Lexis a obtenus sur ce sujet. Les exemples donnés par M. Czuber mettent en évidence les lois si précises et si remarquables qui gouvernent les phénomènes étudiés. Tout au plus pourrait-on lui reprocher de n'avoir jamais indiqué que des valeurs « normales » du coefficient de dispersion et de n'avoir pas donné l'ordre de grandeur des valeurs « surnormales », par exemple dans le cas de la mortalité par sexes entre trente et soixante-quinze ans.

Est abordée, en second lieu, l'étude des quantités statistiques *extensives*, c'est-à-dire qui se mesurent au lieu d'être le résultat d'une numération (telle que la durée de la vie humaine) : étude qui est, avec la première, dans un rapport analogue à celui qui lie les *moyennes* aux *probabilités*.

La méthode employée consiste, d'ailleurs, à ramener cette seconde question à la première, en *comptant* le nombre de valeurs de la grandeur considérée qui sont comprises entre deux limites données.

La *mesure de la mortalité* offre l'application de ces données générales, mais avec des difficultés et des causes d'erreurs nouvelles qu'il faut éliminer, et qui résultent, pour la plupart, de l'impossibilité d'observer une génération, c'est-à-dire une collection bien déterminée d'hommes nés à la même époque. Mathématiquement, d'ailleurs, cette partie du problème est assez simple, non qu'elle ne présente bien des points obscurs et non encore élucidés à l'heure actuelle, mais ces obscurités ne sont pas généralement de nature mathématique : elles résultent de ce qu'on manque de données pour apprécier exactement tel ou tel élément du problème, et que la solution est alors subordonnée aux hypothèses qu'on peut faire à cet égard.

L'étude des formules propres à représenter les résultats obtenus conduit aux intéressantes hypothèses de

Gompertz et Makeham et, d'autre part, aux méthodes graphiques d'interpolation. La concordance des unes et des autres avec la réalité est étudiée d'une manière approfondie.

Les questions d'invalidité et la dernière partie de l'ouvrage, consacrée aux calculs d'assurances, nous font entrer dans un domaine quelque peu technique, et qui, s'il nous offre l'application directe des considérations scientifiques développées jusque-là, s'écarte notablement de leur esprit. Il n'est certes pas indifférent de voir ces considérations revêtir une expression concrète et intervenir dans des exemples précis. Mais, parmi les nombreuses combinaisons usitées dans la pratique d'assurances, deux ou trois suffiront à donner au lecteur une idée des problèmes qui se posent et de la marche suivie pour les résoudre. Certains points attireront cependant l'attention, même au point de vue purement scientifique : la façon dont les hypothèses de Gompertz et Makeham permettent de simplifier les calculs, la théorie des réserves, celle du risque, pour laquelle M. Czuber semble fondé à réclamer des méthodes moins empiriques, etc.

Nous espérons avoir fait sentir la richesse et l'importance des matières traitées par l'auteur. Si l'on réfléchit à la rareté et à la timidité des essais tentés dans le même sens, on ne peut s'empêcher de trouver qu'il a rendu un véritable service au monde savant.

JACQUES HADAMARD,
Professeur adjoint à la Sorbonne,
Professeur suppléant au Collège de France.

2° Sciences physiques

Randau (Paul). — *La Fabrication des Émaux et l'Émaillage, traduit et annoté sur la troisième édition allemande par M. EM. CAMPAGNE, ingénieur-chimiste.* — 1 vol. in-8° de 250 pages avec 23 figures. (Prix : 7 fr. 50.) Veuve Dunod, éditeur. Paris, 1905.

Il y a dans l'industrie de l'émaillage, considérée dans ses grandes lignes, deux séries d'opérations : la préparation des émaux et leur application sur les corps qui doivent les recevoir. L'auteur a suivi une marche méthodique, qui ne s'écarte pas sensiblement de la direction rationnelle ; il divise son sujet en deux parties : les matières premières et la fabrication.

Les matériaux destinés à composer les émaux sont les éléments de borates et silicates vitrescibles, c'est-à-dire ceux de verres alcalins, alcalino-terreux et plombés. Nous trouvons donc au début une description des diverses variétés commerciales de produits utilisables à bon compte pour fournir la silice, l'acide borique, la potasse, la soude, l'alumine, la chaux, la magnésie. Les émaux ne sont pas employés constamment à l'état incolore ; au contraire, la palette dont dispose l'émailleur est suffisamment variée. Une fois les matières premières décrites, nous avons donc à faire connaissance avec les substances destinées à l'établissement des colorants. L'essai des matières premières, le broyage et le mélange font suite à la description des oxydes aptes à former les couleurs et à leur préparation, et terminent la première division.

Dans la partie intitulée « Fabrication », l'auteur nous décrit les appareils de fusion et nous donne la manière de composer les controydes et les glaçures, ainsi que la manière de les appliquer. Puis viennent la cuisson des émaux et une série de petites monographies ayant trait aux spécialités (émaillage de la tôle, émaux décoratifs, émaux des cadrans de montre, émaux cloisonnés, etc.).

Il est certain que les traductions ont leur utilité, quand il s'agit d'ouvrages que la notoriété de l'auteur, l'originalité du sujet ou les particularités traitées rendent intéressants. Je connaissais déjà l'édition allemande du traité de M. Randau ; elle ne m'a jamais paru supérieure au Manuel-Roret de l'émailleur. Rappelons à ce propos que, si l'ouvrage a eu trois éditions en Allemagne, c'est uniquement parce que les publications

sur ce sujet sont rares et que le lecteur doit se contenter de ce qu'il trouve.

Pour celui qui n'a aucune idée de l'émaillerie, l'ouvrage que nous présentons semblera plein de renseignements; il est certain qu'il lui donnera une notion des manœuvres que nécessite l'émaillage. Le spécialiste, malheureusement, sera déçu. Il ne trouvera que des généralités et des recettes quelconques non raisonnées qui ne lui apprendront rien.

Les éditeurs oublient presque toujours que la traduction d'un ouvrage industriel exige, à côté de la connaissance de la langue, celle de la technique. M. Campagne, jeune chimiste diplômé de l'École de Nancy, a fait tous ses efforts pour donner une traduction très satisfaisante, trop satisfaisante même, car il a respecté certaines données de l'auteur qui auraient semblé des hérésies à un technicien. Je regrette qu'il ait cédé à la tentation d'écrire un appendice. D'abord, un appendice détruit l'unité d'un ouvrage; ensuite, l'addition de considérations théoriques est hors de propos dans un livre aussi dégagé d'esprit critique dans toutes ses pages. L'idée d'introduire l'émaillage des bicyclettes n'est pas heureuse non plus; ce n'est pas un émail que l'on applique dans ce cas, mais bien un vernis au four. Il y a là de quoi amener la confusion dans les idées du lecteur. En se bornant à la reproduction pure et simple de l'ouvrage de l'auteur, M. Campagne n'aurait encouru aucune responsabilité et eût fait mentir le vieux proverbe : *traduttore, traditore.*

A. GRANGER,

Docteur ès sciences,

Professeur de Technologie céramique

à l'École d'application de la Manufacture de Sèvres.

Semichon (Lucien), *Directeur de la Station œnologique de l'Aude. — Traité des Maladies des Vins.* — 1 vol. in-8° de 625 pages avec 13 planches et 116 figures. (Prix : 10 fr.) Coulet et fils, Montpellier; Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1903.

Les vins sont sujets à de nombreuses maladies : la classification qu'en a adoptée M. Semichon est très rationnelle et pratique; elle consiste à les réunir suivant leurs causes : les unes proviennent des altérations des raisins eux-mêmes (mildiou, oïdium, blackrot, etc.); d'autres proviennent d'un défaut de maturation; d'autres proviennent de la fermentation qui s'est accomplie dans des conditions défectueuses; d'autres, enfin, prennent naissance aux cours des manipulations que le vin subit postérieurement à la fermentation.

M. Semichon étudie donc successivement toutes ces causes d'altération : il montre la façon dont chacune de ces causes agit, la façon dans les maladies dont elles sont l'origine se développent et les résultats qu'elles engendrent. Dans cette connaissance des maladies des vins, la science a fait depuis quelques années, et surtout depuis que les études microbiologiques se sont développées, d'importantes acquisitions. Si certaines maladies des vins ont des causes physiques ou chimiques, un plus grand nombre ont des causes biologiques. L'étude des ferments figurés et celle des diastases a donc pu jeter une vive lumière sur les questions que M. Semichon étudie.

L'auteur a traité cette partie de la question avec tous les développements qu'elle comportait : il est nécessaire que les viticulteurs, auxquels ce livre peut rendre de très grands services, connaissant les causes des maladies contre lesquelles ils ont à se défendre, car de la connaissance de ces causes découle nécessairement la connaissance des moyens propres à entraver le développement des maladies. Il en est, en effet, de la médecine des vins comme de la médecine humaine; c'est la médecine préventive, l'hygiène des vins, qui est la meilleure. Les remèdes que l'on peut appliquer aux vins consistent soit en traitements physiques, soit en traitements chimiques. Les premiers ont l'avantage de n'introduire dans le vin aucune substance étrangère; la pasteurisation par la chaleur, la filtration, la réfrigération, etc., agissent efficacement dans certains cas;

mais ils ne suffisent pas toujours et il faut avoir quelquefois recours aux traitements chimiques. Il faut alors agir avec circonspection, car l'addition au vin d'un produit chimique quelconque peut avoir des inconvénients, soit qu'elle ait pour résultat de favoriser les fraudes, soit qu'elle puisse être répréhensible au point de vue de l'hygiène en introduisant dans le vin des éléments étrangers. Il ne faut, cependant, pas pousser la circonspection trop loin et interdire, comme le voudraient certains intransigeants, l'addition de quoi que ce soit au vin. A ce point de vue, il y a une distinction à faire entre les substances ajoutées, suivant que celles-ci font déjà partie de la constitution des vins normaux ou suivant qu'elles sont étrangères à cette composition. L'emploi de l'acide tartrique et du sucre, par exemple, a été conseillé par tous les œnologues pour corriger la composition des moûts de vendange, l'addition du premier étant utile dans les régions trop chaudes, telles que l'Algérie et la Tunisie, et l'addition du second étant utile dans les régions où le raisin mûrit insuffisamment. Le tannin est d'un emploi courant et recommandable surtout pour aider à la clarification des vins blancs. Pour les produits étrangers aux vins, il faut évidemment être bien plus circonspect. Certains d'entre eux sont cependant d'un usage si ancien que la preuve de leur innocuité est établie. Tel est l'acide sulfureux, dont on tend cependant à abuser actuellement.

Le traitement des maladies des vins a donné lieu à un commerce important de produits œnologiques. Il en est, parmi ceux-ci, de fort recommandables, mais il en est aussi de détestables et dont le but le plus clair est de favoriser la fraude. Il serait très désirable que ce commerce fût soumis à une réglementation. Mais ce qui est plus désirable encore, c'est que les viticulteurs et les négociants apprennent à connaître les maladies des vins et les moyens d'y porter remède : ils n'auront plus alors recours aux procédés empiriques. L'ouvrage de M. Semichon nous paraît propre à faire de bonne besogne dans cette voie, et il est à désirer qu'il soit consulté par les intéressés.

X. ROCQUES,

Chimiste expert des tribunaux de la Seine,
Membre du Comité technique d'Œnologie.

3° Sciences naturelles

Loeb (Jacques), *Professeur de Physiologie à l'Université de Californie. — Studies in general Physiology.* — 2 vol. in-8°, of *The decennial publications of the University of Chicago. Chicago : the University of Chicago Press; London : T. Fisher Unwin, Paternoster square, 1903.*

Loeb, sollicité de fournir sa contribution aux publications commémoratives de l'achèvement de la première décennie d'existence de l'Université californienne, a réuni en deux volumes ses travaux les plus importants de Physiologie générale, épars jusqu'ici dans divers recueils ou édités à part. Assurément, presque tous sont bien connus des biologistes, mais il est néanmoins très intéressant de les trouver rassemblés, d'autant plus que ces travaux, si variés qu'ils soient, présentent une remarquable unité, au point de vue des idées théoriques dirigeant la recherche. Loeb a étudié la morphologie des formes fixées, et un certain nombre de phénomènes vitaux, tels que la locomotion, la régénération, la fécondation, en cherchant à établir leur déterminisme physico-chimique, ou plus exactement en spécifiant les modifications morphologiques ou physiologiques qui se produisent lorsqu'on change expérimentalement l'une des conditions ambiantes; Loeb a été aussi l'un des premiers à comprendre qu'il était indispensable de faire pénétrer en Biologie les acquisitions récentes de la Chimie physique, et toute une série de recherches traite de l'effet des ions sur les tissus. C'est ainsi qu'il a été amené à sa découverte mémorable de la parthénogénèse artificielle, découverte qui est encore loin d'avoir porté tous ses fruits, mais qui a déjà modifié considérablement nos idées sur le rôle

du gamète mâle et la signification de la fécondation. Bien qu'il soit très difficile de résumer une œuvre telle que celle de Loeb, j'essaierai néanmoins d'indiquer les résultats principaux auxquels il est arrivé, ou tout au moins l'orientation de ses recherches.

Tropismes. — Loeb montre l'identité de l'héliotropisme chez les animaux et les végétaux; de même que pour les plantes, ce sont les rayons les plus réfrangibles du spectre qui ont l'effet maximum. Les animaux fixés présentent des courbures héliotropiques tout à fait typiques. Non seulement l'héliotropisme varie d'intensité suivant le sexe (Fourmis, Papillons) et l'époque de la vie, mais on peut en changer le signe en élevant ou abaissant la température, ou en concentrant ou diluant l'eau de mer (déterminisme des migrations verticales d'animaux pélagiques, etc.). Il est des animaux *photokinétiques* (Serpules) qui ne réagissent qu'à des changements dans l'intensité de la lumière.

Le géotropisme négatif amène beaucoup d'animaux à vivre à la surface de la mer (*Asterina gibbosa*). La combinaison des stéréotropismes et du géotropisme détermine la structure de l'*Antennularia*, au point de vue de la différenciation en tige, racines et polypes, tandis que le puissant stéréotropisme négatif des tiges de *Campanularia* détermine leur orientation. Il s'ensuit de l'étude des tropismes que tout ce qui a été pris pour l'effet de la volonté et de l'instinct est, en réalité, l'effet de la lumière, de la gravité, de la friction, de l'action des corps chimiques, etc., c'est-à-dire que ces phénomènes sont indépendants du système nerveux.

Morphogénèse. — Les processus morphogéniques sont déterminés par des substances chimiques qui se forment dans l'animal au cours de son évolution; tout n'est donc pas déterminé dans l'œuf, et le développement est, en somme, une épigénèse. Ainsi, la distribution des chromatophores sur le sac vitellin de *Fundulus* est l'effet d'une attraction que le sang des vaisseaux bien développés exerce sur les chromatophores complètement formés. Le nombre de ces chromatophores est influencé par la quantité de lumière; il s'en forme beaucoup moins sur les embryons tenus à l'obscurité. — Chez un embryon de *Fundulus*, dont le cœur est immobilisé par un poison cardiaque, il se développe cependant un appareil circulatoire complet, sans qu'il y ait de pression sanguine. — Chez la larve d'Amblystome, les processus morphogénétiques sont indépendants du système nerveux central, qui peut être partiellement supprimé sans altérer la métamorphose.

Régénération et hétéromorphoses. — Chez certains animaux, il est possible de déterminer des régénérations hétéromorphiques en soumettant les tissus à des excitations spéciales (apparition d'une tête aux deux bouts d'une tige chez le *Tubularia*; formation de siphons supplémentaires chez le *Ciona*, etc.), tandis que d'autres espèces ont des tissus à polarité définie, interdisant toute hétéromorphose (*Cerianthus*, *Hydra*, *Astérie*, etc.).

— Les tropismes dirigent la régénération; chez le *Campanularia*, par exemple, sous l'influence d'un contact, les polypes régressent et se transforment en stolons. — Chez la *Tubularia*, la croissance et la régénération dépendent, comme chez les plantes, de la quantité d'eau absorbée; si la concentration de l'eau de mer décroît, la croissance devient plus rapide; dans l'eau sursaturée, la régénération est impossible; enfin celle-ci dépend également de la teneur de l'eau en oxygène et en sels. Par une exception unique chez les Arthropodes, les Pycnogonides sont capables de régénérer des parties considérables de leur corps.

Etudes sur les ions. — Loeb vérifie la théorie de Van't Hoff sur la pression osmotique, appliquée à l'action des sels ionisés sur un muscle détaché du corps; il y a des ions (Na, Cl, etc.) qui excitent la production de contractions rythmiques, d'autres (Ca, K, etc.) qui les inhibent, tandis que les non-électrolytes n'ont pas d'action. Une solution pure de NaCl, isosmotique avec l'eau de mer, est un fort poison pour la plupart des animaux marins; l'effet toxique des ions Na

est contrebalancé dans la nature (soit dans l'eau de mer, soit dans le plasma sanguin) par l'addition d'une petite quantité d'ions Ca et K. L'irritabilité des tissus dépend des ions variés, spécialement des métalliques (Ca, Na, K, Mg) qui y existent en proportions définies, variables pour chaque tissu; l'effet antitoxique de certains ions est fonction de la grandeur et du signe de leur charge électrique; il en résulte que de faibles variations dans la proportion ou la valence de certains ions de la peau, des muscles ou du système nerveux peuvent amener des modifications fonctionnelles considérables.

Parthénogénèse expérimentale. — On sait que certains ions inhibent les phénomènes causés par d'autres ions; ainsi des muscles striés de Grenouille battent rythmiquement dans une certaine solution de NaCl ou NaBr, tandis que, dans le corps de l'animal, cette action est inhibée par la présence dans le sang des ions K et Ca. D'autre part, des œufs d'Oursin fécondés se segmentent très bien dans des solutions à un certain titre de MgCl², bien dans KCl, mal dans CaCl² et NaCl; il semble donc que les ions Mg et K sont favorables à la division, tandis que les ions Ca et Na sont défavorables. Partant de ces données, Loeb a traité des œufs non fécondés par des solutions salines présentant soit une réduction d'ions Na et Ca, soit un accroissement en ions Mg ou K, et effectivement il a obtenu des développements parthénogénétiques allant jusqu'à la formation de larves.

Bien que sa théorie l'ait conduit à un résultat escompté, il ne s'ensuit pas qu'elle soit exacte; en effet, Loeb a dû l'abandonner; la parthénogénèse peut être provoquée par des agents tellement variés, qui agissent sur telle espèce et non pas sur une autre, qu'il est impossible jusqu'à présent d'édifier une théorie générale. Très souvent (Oursins), la parthénogénèse est provoquée par un accroissement de la pression osmotique du liquide ambiant, en somme par une certaine déshydratation de l'œuf; l'augmentation de pression peut être obtenue aussi bien par des électrolytes que par des corps non conducteurs (sucre de canne, urée). Les ions K ont une action spécifique sur les œufs de *Chetopterus*; l'agitation mécanique, le refroidissement, une trace de HCl amènent le développement des œufs mûrs d'*Asterias*; un sel de calcium est actif pour l'*Amphitrite*, etc.

Cet exposé rapide de l'œuvre d'un des premiers biologistes de notre époque montre, une fois de plus, la fécondité des recherches conçues et dirigées par un esprit résolument moniste. Loeb, qui doit être servi par une éducation physico-chimique assez rare chez les biologistes, traite la matière vivante comme une substance chimique quelconque; il ne se laisse pas abuser par les mots commodes de volonté, instinct, force vitale, et il leur substitue les tropismes. S'il existait une anthologie moniste, il faudrait y placer en particulier ce petit mémoire de 8 pages: « *On Instinct and Will in Animals* » (1890), qui montre avec une netteté incomparable comment on doit poser les problèmes biologiques.

L. CUÉNOT,

Professeur de Zoologie à l'Université de Nancy.

Pacottet (Paul), chef du Laboratoire des recherches viticoles à l'Institut national Agronomique, maître de Conférences à l'École nationale d'Agriculture de Grignon. — **Viticulture.** — 1 vol. de l'Encyclopédie agricole. (Prix: 5 fr.) Baillière, éditeur. Paris, 1905.

M. Pacottet vient d'exposer l'état actuel de la viticulture dans un livre qui est une mine de renseignements intéressants, d'observations judicieuses et originales.

L'auteur débute par une étude méthodique de l'anatomie des rameaux, des racines, des feuilles, des grappes et des grains. La clarté des descriptions est complétée par des figures très nettes.

Un chapitre, très documenté, est consacré aux facteurs de la qualité des vins, cépage, sol, climat; un

autre, à la géographie viticole française et étrangère. Des cartes, des coupes de terrains facilitent la lecture; cependant certaines vues photographiques de clos, à trop petite échelle, manquent un peu de netteté.

Les procédés de multiplication de la vigne, semis, bouturage, marcottage, greffage, sont étudiés en détail, ainsi que les opérations nécessaires pour la création d'un vignoble: défoncement, plantation, tuteurage, etc.

Les opérations culturales, tailles, labours, fumure, sont l'objet de petites monographies très instructives. L'auteur donne, en particulier, une étude très claire sur les différents systèmes de taille. Il n'existe pas, à notre connaissance, de classification méthodique des tailles de la vigne: que le lecteur et l'auteur nous excusent d'en proposer une ici.

Dans une souche, on distingue la charpente et les branches fruitières. La charpente est constituée par un bras; deux bras; plusieurs bras ou gobelet; un cordon horizontal simple; un cordon horizontal double ou espalier; un cercle; une tête de saule; une palmette, etc.

La *branche fruitière* se présente sous trois aspects: 1° La *taille courte*: sarments de 1, 2 ou 3 yeux; 2° La *taille longue*: sarments de plus de 3 yeux; 3° La *taille mixte*: comportant, sur le même cep, des sarments courts et des sarments longs.

Ces notions simples nous permettent d'établir le tableau suivant, dont les cases vides peuvent facilement être multipliées et remplies:

TABLEAU I. — Classification des Tailles de la Vigne.

CHARPENTES	TAILLE COURTE	TAILLE LONGUE	TAILLE MIXTE
Un bras.	T. ancienne du Pinot en Bourgogne.	T. en archet. (Côte-Rôtie).	T. Guyot simple.
Deux bras.	?	T. ancienne du Médoc.	T. Guyot double. T. de Quarante.
Cordon horizontal simple.	T. de Royat.	T. Sylvoz.	T. Cazenave. T. mixte de Royat.
Espalier.	T. de Thomery.	?	T. Mesrouze.
Gobelet, Cercle, Palmette, etc.	Etc.	Etc.	Etc.

Avant d'indiquer la pratique de l'emploi des engrais dans la culture de la vigne, M. Pacottet rappelle les principes qui aident à la détermination d'une fumure rationnelle. Il n'attache qu'une importance secondaire à la loi de restitution. Nous sommes heureux de le constater, et nous allons plus loin en disant que la loi de restitution est une erreur enseignée dans des milliers d'écoles françaises. Il est vrai que les agriculteurs n'en tiennent aucun compte, mais leur confiance dans les données dites scientifiques est grandement diminuée par ces hypothèses érigées en articles de foi.

Une revue ampélographique documentée sur les cépages américains purs et hybrides conduit M. Pacottet à l'examen d'une question d'avant-garde: celle de la possibilité de la création d'hybrides asexuels dus à la greffe. D'après M. Daniel, ces hybrides se produisent

assez fréquemment et peuvent acquérir des caractères spécifiques transmissibles par hérédité; M. Pacottet admet parfaitement qu'un cépage greffé peut varier plus qu'un cépage franc de pied, mais que ces variations dues au greffage sont légères et passagères et ne peuvent être rendues responsables des désastres viticoles derniers: abondance de vin inférieur et diminution de résistance aux agents extérieurs.

L'ouvrage est terminé par une étude très complète des maladies de la vigne. M. Pacottet, qui a entrepris avec M. Viala de si belles recherches sur ce sujet, souvent analysées dans cette *Revue*, était particulièrement qualifié pour écrire ce chapitre, qu'il a rédigé pour les vigneronniers autant que pour les savants.

Cette analyse, imparfaite, atteindrait cependant son but, si elle pouvait décider les agriculteurs à entreprendre avec un guide très sûr l'étude de la plus scientifique de nos technologies culturales.

E. RABATÉ,
Ingénieur-agronome.
Professeur spécial d'Agriculture.

4° Sciences médicales

Halluin (Dr Maurice d'), *Chef des Travaux pratiques de Physiologie à la Faculté libre de Médecine de Lille.* — **Résurrection du cœur. La vie du cœur isolé. Le massage du cœur.** — 1 vol. in-8° de 183 pages avec schémas. Vigot frères, éditeurs. Paris, 1903.

La première partie de cet ouvrage est consacrée à une revue générale sur la question de la survie du cœur isolé, soit des animaux à sang froid, soit des mammifères, et sur la composition des différents sérums artificiels qui permettent de maintenir les contractions pendant un temps prolongé.

La reviviscence du cœur après arrêt complet des contractions avait été obtenue sur le chien dans des conditions particulières par Arnaud, Hédon et Gilis; mais ce sont surtout les expériences troublantes de Kuliabko qui ont attiré l'attention. Après avoir vu des cœurs recommencer à battre sous l'influence du liquide de Locke cinq jours après la mort, le médecin russe avait observé le retour des pulsations cardiaques, trente heures après le décès constaté, chez des enfants morts de pneumonie. Les expériences de M. d'Halluin ont porté sur des cœurs de chiens ou d'enfants morts dès les premières heures ou les premiers jours après la naissance.

En utilisant un sérum renfermant du chlorure de calcium, M. d'Halluin a pu obtenir des contractions rythmiques des ventricules vingt-quatre heures après la mort. Toutefois, l'utilité des sels de potassium est incontestable: ce sont eux qui empêchent les contractions fibrillaires; or, le succès des tentatives de massage du cœur, par exemple après une syncope cardiaque, ne peut être assuré que si ces contractions ne se sont pas produites. L'auteur insiste sur le danger d'électriser directement le cœur avec les courants à faible tension dont on dispose généralement en clinique; ces courants provoqueraient facilement les contractions fibrillaires, alors que, d'après Prévost et Battelli, les courants à haute tension seraient plutôt favorables. Comme conclusion, M. d'Halluin préconise, dans le cas de syncope cardiaque, surtout au cours d'une laparotomie, de profiter de l'ouverture de la cavité abdominale pour pratiquer le massage sous-diaphragmatique du cœur, associé aux injections intraveineuses du sérum riche en chlorure de potassium: 3 à 5 %.

Dr J.-P. LANGLOIS,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Pa s.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 Août 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Auric présente ses recherches sur les fractions continues algébriques. — M. Jouguet, à la suite de ses recherches sur la similitude dans le mouvement des fluides, arrive au résultat suivant : Dans les mouvements se faisant avec de très grandes vitesses, la compressibilité du fluide joue un grand rôle ; au contraire, sa viscosité et sa conductibilité sont négligeables. — M. E. Esclançon communique ses observations de la planète Y. R. (Goertz), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. A. Pansiot calcule la composante que la manière de voir des Anciens, au sujet du mouvement de la Lune, introduit dans la rotation de la Terre.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. Raveau discute l'hypothèse de MM. Bertrand et Lecarme sur l'état de la matière au voisinage du point critique. — MM. A. Cotton et H. Mouton ont constaté que la biréfringence magnétique d'une solution colloïdale d'hydroxyde de fer s'accroît par le chauffage prolongé à 100°. On peut obtenir des liquides ne renfermant pas de fer et présentant la biréfringence magnétique (carbonate de calcium). — M. P. Lambert a observé que le chlorure manganeux présente un spectre d'absorption caractérisé par trois bandes $\lambda = 557,50$ à $513,442,50$ à 420 et $412,25$ à $394,50$. — MM. F. Osmond et Ch. Frémont ont reconnu que les propriétés mécaniques du fer en cristaux sont fonction de l'orientation cristallographique par rapport à la direction de l'effort. La fragilité, très grande suivant les plans de clivage, est associée à une plasticité très grande suivant les autres directions. — M. Ph. Landrieu a constaté que la quantité de chaleur dégagée dans l'action des acétones et aldéhydes sur la phénylhydrazine est sensiblement constante ; elle varie de 12 à 16 calories. — M. L. Ouvrard, en fondant ensemble l'anhydride borique et le chlorure de calcium en proportions diverses, a obtenu plusieurs chloroborates de calcium $5B^2O^3 \cdot 3CaO \cdot CaCl^2$, $3B^2O^3 \cdot 3CaO \cdot CaCl^2$, $B^2O^3 \cdot 3CaO \cdot CaCl^2$. — M. J. Lavaux a reconnu que le carbure fondant à $244^{\circ},5$ qu'il a obtenu dans l'action du toluène et de $AlCl^3$ sur CH^3Cl^2 est le 2 : 7-diméthylanthracène. — M. H. Lagatu poursuit ses recherches sur la classification et la nomenclature des terres arables d'après leur constitution minéralogique. — M. P.-G. Charpentier a observé que le *Sterigmatocystis nigra*, en se développant sur du liquide Raulin ou en consommant du sucre, peut produire de l'acide oxalique. Cultivé en présence d'acide tartrique comme seule source de carbone, il n'excrète pas d'acide oxalique.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. V. Cornil et P. Coudray ont constaté que la réparation des plaies des cartilages chez le jeune chien comporte une cicatrisation fibrineuse d'abord, puis cellulaire, et enfin cartilagineuse. — M. L. Pigeon montre qu'il est possible d'amener les yeux à accommoder pour une distance déterminée tout en convergeant pour une autre distance. — MM. L. Ravaz et L. Roos ont soumis à l'analyse divers organes de vignes du même âge et du même cépage, atteints ou non de rougeot non parasitaire. Les résultats confirment les théories de Böhm sur la dissolution et la migration des hydrates de carbone. — M. E. Haug arrive à la conclusion que le Sahara septentrional et central comprend deux régions essentiellement distinctes : une région de plissements post-carbonifères et une région tabulaire, où

les plissements sont antérieurs au Dévonien et où les terrains dévoniens et carbonifères n'ont été que peu dérangés de leur horizontalité primitive.

Séance du 14 Août 1905.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Deslandres a observé que les vapeurs des raies brillantes K^2 et K^3 du calcium donnent une raie plus large lorsque leur épaisseur augmente ; cette propriété permet d'interpréter plus facilement les phénomènes complexes offerts par l'atmosphère solaire au-dessus des taches et des facules et dans leur voisinage. — M. A. Debierne a vérifié que les solutions de sels de radium dégagent une petite quantité d'hélium ; il a reconnu, en outre, que les solutions de sels d'actinium possèdent la même propriété. — M. Duboin a préparé de nouvelles liqueurs lourdes à base d'iodomercures alcalins ; la plus intéressante est la solution d'iodomercurate de soude, de densité 3,46 ; elle se dissout sans décomposition dans un grand nombre de liquides organiques.

2° SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Charrin et Goupil ont constaté que le placenta exerce une action de fixation sur les principes utiles et sur les corps toxiques ; il régularise les échanges ; il agit soit mécaniquement, soit à l'aide de ferments propres ou empruntés. — M. A. Marie a extrait des émulsions de substance cérébrale un produit très toxique, soluble dans les alcalis faibles. Il produit la mort du cobaye et du lapin après des crises convulsives. Il se détruit par la chaleur et se conserve peu de temps. — MM. H. Carré et H. Vallée poursuivent leurs recherches sur l'anémie infectieuse du cheval. Les déjections des malades constituent les véhicules ordinaires du contagion et les voies digestives la porte d'entrée accoutumée de celui-ci. — MM. Brau et Denier ont obtenu des cultures de vibrions cholériques très toxiques sur bouillon Martin gélatiné additionné de sérum normal de cheval et de sang défibriné. — M. M. Molliard a cultivé des plantes vertes dans une atmosphère confinée en présence de matières organiques, et a observé une utilisation des sucres extérieurs en l'absence de gaz carbonique.

Séance du 21 Août 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Hadamard démontre que deux solides qui, dans des conditions données, n'exerceraient aucune pression l'un sur l'autre s'ils étaient parfaitement lisses, ne réagissent pas davantage l'un sur l'autre s'ils sont rugueux.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Warcollier a observé que la présence de tanin est la cause plus ou moins directe de la persistance de l'amidon dans les parties blessées des pommes ; le tanin, par son action sur l'amylase, empêche cette diastase de transformer l'amidon en sucres fermentescibles.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 29 Juillet 1905.

M. F. Ramond a étudié le bacille-fourmi ou coccobacille de l'urètre de l'homme ; il est saprophyte et inoffensif. Il s'oppose sur les divers milieux au développement du gonocoque. — M. Ch. Féré a reconnu que l'action stimulante du bouillon sur le travail est due principalement, sinon exclusivement, à l'excitation sensorielle qu'il provoque. — Le même auteur signale une mutation croisée de la mentalité et du caractère chez deux sœurs jumelles à la suite de la puberté. — M. F. J. Bosc considère la syphilis comme une maladie bryocyttique, qui doit être placée dans le

groupe des maladies éruptives, au voisinage immédiat des maladies varioliques. — **M. G. Carrière** a observé une élévation notable du taux de l'urée dans le liquide céphalo-rachidien au cours de l'urémie nerveuse. — **M. C. Nicolle** décrit la méthode qu'il emploie pour faire le séro-diagnostic de la fièvre méditerranéenne. Lorsque la réaction agglutinante est très nette à la dilution de 1/10, il y a lieu de conclure à l'existence de cette affection chez le malade. — **MM. C. Nicolle** et **Hayat** signalent que, dans 5 cas reconnus ultérieurement comme n'appartenant pas à la fièvre de Malte, le séro-diagnostic s'est montré négatif, tandis que, dans 13 cas où il s'agissait cliniquement de fièvre méditerranéenne, le séro-diagnostic a été constamment positif. — **M. E. Retterer** a constaté que le tissu osseux de l'Alouse a la même structure que celui des Mammifères, si ce n'est que les travées et les ramifications capsulaires y sont plus rectilignes et moins abondantes. Le tissu osseux du Merlan contient des noyaux plus nombreux et plus serrés que celui de l'Alouse. — **MM. G. Billard** et **Mallet** ont entrepris des essais de sérothérapie contre l'asthme des foins (bronchite rhino-spasmodique) par injection au canard de toxalbumine pollinique. Le sérum obtenu était doué de propriétés antitoxiques appréciables. — **M. A. Laveran** a reconnu que les gerboises sont excessivement sensibles aux trypanosomiasis. — **MM. Edm. et Et. Sergent** ont retrouvé les corps en anneaux et en demi-lune chez les paludéens et ne pensent pas qu'ils soient dus à des accidents de préparation. — **M. H. Iscovesco** montre que la décoloration du bleu de méthylène et de l'indigo par les macérations de tissus ne peut être due à des ferments réducteurs contenus dans les organes; elle doit être mise sur le compte de substances qui naissent postérieurement dans les liquides étudiés. — Le même auteur a étudié l'action de l'eau oxygénée sur l'ovalbumine. — **M. H. Bierry** a constaté que la digestion de l'inuline se fait dans l'estomac, sous l'action du suc gastrique. — **MM. H. Bierry** et **T. F. Terroine** ont observé que de faibles quantités de suc pancréatique très légèrement acidifié transforment très rapidement le glycogène, l'amidon et le maltose en glucose. — **MM. E. Marchoux** et **P. L. Simond** ont constaté la possibilité de la transmission du virus de la fièvre jaune de moustique à moustique par voie héréditaire; mais c'est plutôt un fait d'exception. — **M^{lle} Ch. Philoche** a étudié l'hydrolyse du glycogène par l'amylase du malt; la courbe de la vitesse d'hydrolyse monte très rapidement au début et présente ensuite un plateau à peine ascendant. La différence entre les vitesses d'hydrolyse de l'amidon et du glycogène est très forte avec l'amylase du malt, tandis qu'elle est faible avec le suc pancréatique. — **MM. M. Caullery** et **A. Lavallée** décrivent les larves ciliées produites par la femelle d'un Orthonectide, le *Rhopalura ophiocoma*. — **MM. A. Rodet** et **Lagriffoul** ont constaté que le sérum antityphique peut présenter au moins trois propriétés distinctes: une propriété préventive à l'égard de la péritonite typhique expérimentale, une propriété préventive à l'égard de la septicémie typhique, et une propriété contraire ou favorisante à l'égard de ce dernier mode de l'infection expérimentale. On peut arriver à faire disparaître ou à neutraliser cette dernière propriété. Les auteurs concluent à l'indépendance de la propriété bactéricide et des propriétés anti-infectieuses dans ce sérum. — **M. A. Pi Suner** a reconnu que le rein produit des substances solubles dans la solution de NaCl à 7 °₀₀ et dans la glycérine, qui neutralisent l'action locale toxique du sang urémique; le rein a donc une fonction spéciale anti-toxique.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 13 Avril (suite).

M. G. J. Burch présente ses recherches sur la vision colorée avec une lumière très faible. La théorie de Hering repose en partie sur l'hypothèse que, sous

une très faible illumination, toutes les couleurs paraissent grises et qu'il y a un intervalle entre le seuil chromatique et le seuil absolu de sensation lumineuse. Les expériences de l'auteur l'amènent à conclure que, pour l'œil parfaitement reposé, le rouge, le vert, le bleu et le violet sont instantanément reconnus comme couleurs et distingués l'un de l'autre, et qu'il n'y a aucun intervalle entre les seuils chromatique et absolu; c'est seulement lorsque l'œil est imparfaitement reposé que toutes les couleurs paraissent grises à une faible lumière. — **M. F. F. Blackmann** et **M^{lle} G. L. C. Matthaei**: *Recherches expérimentales sur l'assimilation et la respiration végétales. IV. Etude quantitative sur l'assimilation de l'acide carbonique et la température de la feuille en illumination normale.* Les auteurs arrivent à la conclusion qu'il y a trois facteurs qui contrôlent la quantité d'assimilation de l'acide carbonique par une feuille: 1° l'intensité de l'illumination; 2° la température de la feuille; 3° la pression de CO₂ dans l'air environnant. Si l'illumination est faible, quoique les autres facteurs soient favorables, la quantité de photosynthèse reste basse; la lumière est alors le « facteur limitant » du processus. Pour chaque température, il y a une quantité définie d'assimilation que la feuille ne peut dépasser; pour une plante donnée, ces quantités sont très constantes; aux hautes températures, la forte assimilation ne peut se maintenir longtemps, et un facteur de temps vient compliquer la relation. Les auteurs ont reconnu que: 1° Des intensités égales de lumière, tombant sur des aires égales de feuilles différentes, quand la lumière est le facteur limitant, produisent des quantités égales d'assimilation; cette loi se vérifie à 5 % près sur des feuilles comme celles du laurier-cerise, de l'*Helianthus*, du *Tropaeolum*, du *Bomarea* et de l'*Aponogeton*; 2° Toutes les feuilles ont le même coefficient économique de photosynthèse, en réduisant ce terme aux radiations spécifiques du processus; 3° Aux basses températures, des feuilles différentes, comme celles de l'*Helianthus* et du laurier-cerise, ont le même maxima d'assimilation; mais, aux hautes températures, le maxima diffère. A 29°,5 l'*Helianthus* peut assimiler deux fois plus que le laurier-cerise; 4° Ce dernier fait s'harmonise avec la première loi en ce que l'*Helianthus* a besoin de deux fois autant de lumière pour atteindre cette assimilation double; 5° La différence essentielle entre ces deux feuilles réside en ce qu'elles possèdent des coefficients différents d'accélération de leur activité d'assimilation avec l'augmentation de température; 6° Il en résulte que les deux feuilles utilisent différentes fractions de la lumière solaire à chaque température; cette fraction se trouve, pour chaque température, en divisant le maximum d'assimilation de la feuille particulière à cette température par la valeur photosynthétique de la lumière solaire; 7° Il n'y a pas d'optimum d'intensité lumineuse pour l'assimilation.

Séance du 11 Mai (suite).

MM. J. B. Farmer, J. E. S. Moore et **C. E. Walker**: *Sur les ressemblances qui existent entre les corps de Plimmer des tumeurs malignes et certains constituants normaux des cellules reproductrices des animaux.* Les auteurs, poursuivant leurs recherches sur les tumeurs malignes, ont examiné les « corps de Plimmer » des cellules cancéreuses en rapport avec les modifications cytologiques qui se présentent respectivement dans le cancer et les cellules reproductrices. Les corps de Plimmer se trouvent dans la plupart des croissances cancéreuses et se rencontrent surtout dans les régions les plus jeunes de la tumeur. Ils se présentent sous forme de vésicules et consistent essentiellement en une membrane bien définie entourant un espace clair dans lequel est suspendu un petit granule se colorant en noir. On les trouve plus particulièrement dans les tumeurs d'origine glandulaire ou glandulaire-épithéliale. Ils sont situés dans le cytoplasme de la cellule cancéreuse, généralement très près du noyau. L'intérêt spécial qui s'attache à ces corps dépend du

fait qu'ils sont communément regardés comme particuliers aux cellules cancéreuses, quoique Honda prétende les avoir rencontrés occasionnellement dans les tissus inflammatoires. Les recherches des auteurs et une comparaison avec les processus des derniers stades du développement des éléments reproducteurs chez l'homme et les Mammifères les amènent à conclure à un parallélisme entre les corps de Plimmer et certaines structures vésiculaires qui se produisent régulièrement dans les cellules gamétogéniques. On a montré, en 1895, que, pendant la prophase de la mitose hétérotypique des cellules spermatogéniques, les centrosomes se séparent de l'archoplasme, qui devient lui-même vésiculé et, à la fin de cette génération cellulaire, se perd dans le cytoplasme général des cellules-filles. Dans la prophase de la seconde division (homotypique), le même phénomène se reproduit. Quand la mitose homotypique est terminée, les constituants de la sphère, ou au moins quelques-uns d'entre eux, entrent en relation directe avec des parties du spermatozoïde provenant d'une différenciation plus avancée de la cellule. Quant à l'archoplasme, il contient de nouveau un certain nombre de petites vésicules qui continuent à augmenter, chacune contenant un seul granule réfractif et colorable. Ensuite, plusieurs de ces vésicules se fusionnent, de sorte qu'à un degré plus avancé de la métamorphose de la cellule en spermatozoïde, il reste seulement un seul gros corps clair, bordé par une membrane distincte et contenant en son centre un ou plusieurs granules se teignant en couleur sombre. Ce corps, décrit en 1895 comme vésicule archoplasmique, est un caractère très net, et apparemment constant, particulier aux cellules spermatogéniques des Vertébrés. Cette vésicule et son contenu forment finalement la « tête céphalique » du spermatozoïde. L'analogie remarquable entre cette structure et les corps de Plimmer saute aux yeux. Les deux classes de cellules sont autonomes à un haut degré et possèdent chacune la faculté de multiplication continue ou intermittente, indépendamment des exigences des tissus de l'organisme. Finalement, toutes deux présentent des métamorphoses cellulaires et nucléaires qui, non seulement se ressemblent, mais encore diffèrent matériellement de celles des cellules somatiques normales. Il est possible que les éléments cancéreux soient le produit d'une réversion phylogénétique.

Séance du 18 Mai 1905.

MM. W. R. Dunstan et G. S. Blake présentent leurs recherches sur la *thorianite*, nouveau minéral récemment découvert en Ceylan et caractérisé par la grande quantité d'oxyde de thorium qu'il contient. La thorianite se présente en petits cristaux cubiques, ayant jusqu'à 1 centimètre de côté; la couleur du minéral non altéré est d'un noir de jais. Elle est opaque en lumière transmise, excepté en sections minces; l'indice de réfraction doit dépasser 1,8. Les faces sont généralement indéfinies. On rencontre parfois des cristaux maclés, la face de l'octaèdre servant de plan de maclé. Ce fait et d'autres caractères permettent de considérer le minéral plutôt comme rhomboédrique que comme cubique; la substance est, d'ailleurs, pratiquement isotropique dans un plan perpendiculaire à l'axe de maclé. La dureté est d'environ 7; la densité varie de 8 à 9,7. Le minéral pulvérisé se dissout facilement dans l'acide nitrique fort ou l'acide sulfurique dilué, avec dégagement d'un gaz constitué en majeure partie par de l'hélium. La thorianite est fortement radioactive. L'analyse de divers échantillons a donné les valeurs suivantes: ThO_2 72,24 à 78,86 %; UO_2 et UO_3 , 11,19 à 15,10; Ce_2O_3 et terres rares 1,02 à 8,04; PbO , 2,25 à 2,87; Fe_2O_3 , 0,35 à 1,92; CaO , 1,13; He , 0,39; ZrO_2 et SiO_2 , 0,20 à 5,04. C'est le minéral le plus riche en thorite aujourd'hui connu. La thorianite paraît appartenir à la classe des mélanges isomorphes, dont la formule simple serait XO_2 ; elle est très voisine de la pechblende. Elle est un peu moins radioactive

qu'elle et, d'après la vitesse de diminution de son émanation, elle doit contenir du radium. La thorianite sera une excellente matière première pour la préparation des composés thoriens; on en a déjà vendu au prix de 37.500 francs la tonne. — MM. F. H. A. Marshall et W. A. Jolly poursuivent leurs recherches sur la *physiologie de la reproduction chez les Mammifères*. Leurs expériences conduisent à la conclusion que l'ovaire est un organe fournissant une sécrétion interne qui est élaborée par les cellules épithéliales folliculaires ou par les cellules interstitielles du stroma. Cette sécrétion, circulant dans le sang, produit la menstruation et le rut. Après l'ovulation, qui a lieu durant l'oestrus, le *corpus luteum* est formé, et cet organe fournit une nouvelle sécrétion dont la fonction est essentielle pour les changements qui ont lieu pendant l'attachement et le développement de l'embryon dans ces premiers stades de la grossesse.

Séance du 8 Juin 1905.

M. E. W. Barnes: L'extension asymptotique des fonctions intégrales définies par des séries de Taylor. — M. J. H. Jeans: Sur l'application de la Mécanique statistique à la dynamique générale de la matière et de l'éther. — Sir Andrew Noble poursuit ses recherches sur les explosifs. Il étudie, en particulier, les différences dans les transformations que les explosifs modernes subissent au moment de l'allumage sous des pressions graduellement croissantes. Les expériences ont porté sur la cordite ordinaire, la cordite M. D. et une nitro-cellulose tubulaire. L'auteur a constaté que, pour ces trois explosifs, la transformation à l'allumage paraît suivre les mêmes lois générales. Ainsi, pour les trois, il y a, avec une augmentation de pression, d'abord une légère augmentation, puis une diminution continue du volume des gaz permanents produits. Chez ces trois explosifs, on observe, avec une augmentation de pression, une forte augmentation du volume de CO_2 et une forte diminution du volume de CO et de H_2 , tandis que le méthane, dont le pourcentage est presque insignifiant aux basses pressions, augmente très rapidement. Il y a quelques variations dans le pourcentage de l'azote et de la vapeur d'eau; mais, d'une façon générale, ces constituants peuvent être considérés comme presque constants. Les unités de chaleur développées montrent, avec une augmentation de pression, d'abord un faible déclin, puis elles augmentent très rapidement aux hautes pressions. Les températures d'explosion provisoires ont été obtenues en divisant les unités de chaleur par les chaleurs spécifiques; les énergies potentielles comparées sont obtenues en multipliant le volume de gaz produit par la température d'explosion. Les moyennes pour les trois explosifs sont: cordite, 0,9762; M. D., 0,8387; nitro-cellulose, 0,7464. La plus haute énergie potentielle a été obtenue avec la cordite à une densité de charge de 0,5. L'érosion absolue produite par les trois explosifs dépend pratiquement entièrement de la chaleur développée par l'explosion.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 30 Juin 1905.

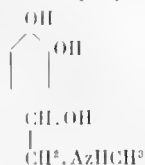
M. D. Owen montre comment une « aiguille électrique » peut être employée pour mesurer des champs électriques, de la même façon qu'un champ magnétique est mesuré par une aiguille magnétique oscillante. Les aiguilles employées sont de forme cylindrique, en aluminium ou en cuivre, et sont suspendues à des fibres de quartz de 3 à 4 pouces de longueur. Le couple qui agit sur l'aiguille, quand elle est déplacée de la direction du champ, est proportionnel au carré de la tension du champ. Pour de petits déplacements, l'aiguille vibre d'une façon isochrone, la fréquence étant proportionnelle à la force électrique. Cette aiguille peut être employée pour les champs alternatifs et continus et sert à illustrer la plupart des lois de l'Electrostatique.

— **M. R.-W. Wood** a étudié la magnéto-optique de la vapeur de sodium pour une lumière traversant le long des lignes de force du champ magnétique. Dans le cas de vapeurs très denses, la rotation a été mesurée pour une série considérable de longueurs d'onde, comprises entre $\lambda = 3840$ et $\lambda = 5022$. La constante de rotation de D_2 est environ le double de celle de D_1 . Drude a donné deux formules pour la dispersion rotatoire magnétique, la première se basant sur l'hypothèse des courants moléculaires, la seconde sur l'hypothèse de l'effet de Hall. La dernière représente bien les rotations au delà des lignes D; entre les lignes, elle donne une courbe plus élevée que la courbe expérimentale. — Le même auteur a étudié la fluorescence de la vapeur de sodium en illuminant la vapeur avec de la lumière de diverses longueurs d'onde et en observant la lumière émise au moyen d'un spectroscopie. La manière dont se comporte le spectre indique qu'on se trouve en présence d'un certain nombre de groupes d'électrons, chaque groupe contenant un grand nombre de vibrateurs; l'excitation de l'un de ces vibrateurs met en branle le groupe entier, mais non les groupes voisins.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 14 Juin 1905.

M. J.-Ch. Philip a constaté que la solubilité des acides faiblement solubles augmente en présence des sels de sodium des acides faibles; cela tient à ce que, la dissociation des sels étant faible, il y a peu d'ions hydroxyles en solution, ce qui permet à une plus grande quantité d'ions hydroxyles provenant de l'acide de se dissoudre. — **MM. J.-Ch. Philip** et **D. Haynes** ont observé que la constante diélectrique des phénols, calculée d'après la constante diélectrique de leurs solutions benzéniques, décroît quand la concentration du phénol décroît; il en est de même pour les éthers phénoliques. — **M. J.-N. Collie** a soumis l'éthylène pur à l'action de la décharge électrique silencieuse dans un vase refroidi à -20° ; une polymérisation se produit, accompagnée d'un dégagement d'hydrogène. Par distillation fractionnée, on obtient une série d'hydrocarbures oléfiniques, dont le principal, bouillant vers $150^\circ-160^\circ$, a à peu près la composition C^8H^{12} . Par oxydation, ces hydrocarbures donnent des composés contenant six atomes de carbone dans la molécule. — **MM. E.-C.-C. Baly** et **J.-N. Collie** ont étudié le spectre d'absorption ultra-violet du benzène et de quelques-uns de ses dérivés. Le benzène présente sept bandes d'absorption séparées, dont chacune peut être attribuée à un processus distinct d'isomérisation dynamique relié avec les changements de liaison dans la molécule benzénique. Les spectres d'absorption des dérivés monosubstitués peuvent être arrangés en types, chacun correspondant soit à la saturation complète, soit à la nature et à la position des atomes non saturés dans le groupe substituant. — **MM. E.-C.-C. Baly** et **E.-K. Ewbank** ont étudié les spectres d'absorption ultra-violets, de l'anisol et du phénétol; ils diffèrent de celui du phénol en ce que la bande d'absorption simple est subdivisée près de sa tête en deux bandes. Les résultats obtenus prouvent l'existence d'une isomérisation dynamique, provenant de la présence d'un atome d'H labile chez les phénols. — **M. G. Barger** a étudié divers cas où la concentration d'un solvant dissociant est réduite par le mélange avec un solvant associant. Les résultats obtenus sont conformes à la loi de l'action de masse. — **MM. G. Barger** et **H.-B.-D. Jowett** ont essayé de faire la synthèse d'une base ayant la formule qu'ils ont proposée pour l'adrénaline :



Bien qu'ils aient obtenu les éthers méthyléniques (picrate, F. 178°) et diméthylque, ils n'ont pu isoler la base dihydroxylée. La constitution des éthers a été prouvée par leur oxydation respective en acide pipéronylique ou vératrique. — **M. L.-F. Guttman** a déterminé les points de fusion à basse température au moyen d'un couple constantan-cuivre relié à un galvanomètre délicat. Il a obtenu les valeurs suivantes : CH^3OH , -98° ; $\text{C}^2\text{H}^3\text{OH}$, $-117^\circ 3$; CH^3I , -64° ; $\text{C}^2\text{H}^3\text{Cl}$, -142° ; $\text{C}^2\text{H}^3\text{Br}$, -118° ; $\text{C}^2\text{H}^3\text{I}$, -109° ; $\text{C}^3\text{H}^3.\text{CH}^3$, -92° ; *m*-xylène, -33° ; éthylbenzène, -93° . — **MM. J.-C. Cane** et **G.-M. Norman** ont étudié l'action de l'eau sur les sels diazoïques. Avec le diazoïque de la *s*-tribromo-aniline, ils ont obtenu un peu de *s*-tribromophénol (par ébullition avec l'acide sulfurique dilué et le sulfate de sodium); avec le diazoïque de la *s*-trichloro-aniline, on obtient aussi un peu de *s*-trichlorophénol. Avec celui de l'anisidine, il se forme du gaïacol, et avec ceux des bromo- et chloro-*p*-toluidines, on obtient les bromo- et chloro-*p*-crésols. — **M. J.-C. Brown** décrit une méthode précise pour déterminer l'azote organique dans les eaux potables; elle consiste à distiller à siccité et à traiter 200 centimètres cubes jusqu'à ignition par KOH et le permanganate; on dose l'ammoniaque qui se dégage par la solution de Nessler. — **MM. A.-W. Crossley** et **N. Renouf**, en chauffant le 3-bromo-1:1-diméthyl-hexahydrobenzène avec KOH alcoolique, ont obtenu le 1:1-diméthyl- Δ^3 -tétrahydrobenzène, Eb. $117^\circ-117^\circ 5$. — **M. F.-P. Worley** a étudié la solubilité du brome dans les solutions aqueuses de bromure de potassium. Les résultats indiquent la formation d'un perbromure KBr^3 et peut-être d'un bromure plus élevé. — **MM. J. Walker** et **J. Johnston** ont préparé l'hydrate de tétraméthylammonium par action de KOH sur le chlorure; la base peut être isolée à l'état de pentahydrate par addition d'eau et concentration dans le vide. — **MM. J. et A.-P. Walker** ont reconnu que le produit $\text{C}^4\text{H}^8\text{O}^2$, isolé dans l'électrolyse du diéthylmalonate de sodium-éthyle, est l'anhydride de l'acide tétréthylsuccinique. — **MM. E.-C.-C. Baly** et **E.-K. Ewbank** ont observé le spectre d'absorption ultra-violet des dérivés bisubstitués du benzène. Dans chaque cas, le composé para montre soit plus de bandes d'absorption que les isomères ortho et méta, soit le même nombre de bandes avec une plus grande persistance. — **MM. J.-B. Cohen**, **H.-M. Dawson** et **P.-F. Crosland** ont constaté que le chlore électrolytique, dégagé en présence de toluène bouillant, entre dans le noyau seulement et que la vitesse de chloruration est plus rapide qu'avec le chlore ordinaire provenant de l'action de HCl sur la pyrolusite. — **M. A.-G. Perkin**, en méthyliant la purpurogalline au moyen du sulfate de diméthyle, a obtenu, outre le composé triméthylé déjà décrit, un composé tétraméthylé, $\text{C}^4\text{H}^4(\text{OCH}^3)^4$, F. $93^\circ-94^\circ$. L'isopurpurogallone $\text{C}^4\text{H}^8\text{O}^2$, par digestion avec l'acide sulfurique en présence d'acide acétique, donne un anhydride $\text{C}^4\text{H}^8\text{O}^2$, F. $> 310^\circ$. — **MM. A.-G. et F.-M. Perkin**, par oxydation électrolytique de l'acide gallique, ont obtenu une matière colorante analogue à l'acide ellagique; l'acide protocatéchine, dans les mêmes conditions, donne l'acide catellagique.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 3 Juin 1905.

M. R. W. Sindall étudie la fabrication et l'emploi des papiers artistiques; sous ce nom, on entend un papier ayant une surface lisse propre à l'impression des clichés en similligravure. On obtient un papier de ce genre par l'application d'une couche minérale sur un papier ordinaire. Cette couche varie suivant la qualité du produit à obtenir; elle consiste en argile de Chine, blanc fixe ou émail, mélangé avec la quantité nécessaire de colle ou de caséine qui assurera l'adhé-

rence. L'opération se divise en trois parties : l'application de la couche, le séchage et le glaçage du papier. — MM. Cl. Beddle et H. P. Stevens ont constaté que le collage à la gélatine modifie profondément les qualités physiques du papier ; en particulier, il augmente considérablement la force du papier.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 19 Mai 1903.

M. W. S. Williams décrit les procédés d'évaluation de l'acide tannique dans les produits commerciaux au point de vue du teinturier et de l'imprimeur sur calico.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 24 Mai 1903.

M. T. F. Harvey donne une table de corrections de température pour l'emploi du réfractomètre Abbe et une table des indices de réfraction pour la plupart des huiles fixes et essentielles. — MM. T. F. Harvey et J. M. Wilkie ont extrait de la noix vomique environ 4 % d'une graisse jaune-brun, à odeur caractéristique, $d = 0,8638$, contenant de 6,9 à 56,7 % d'acide libre, 12 % de matière insaponifiable ressemblant au cholestérol ou au phytostérol, 9 % de glycérol et le reste d'acides gras.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 23 Juin 1903.

M. E. Regener présente une nouvelle pompe à mercure automatique et raccourcie d'après le système Sprengel. On a construit déjà plusieurs pompes de ce genre, mais le type préconisé par l'auteur se prête particulièrement aux usages du laboratoire. Avec l'aide de cet appareil, on est en mesure de produire, dans une enceinte de 700 centimètres cubes, en 30 minutes, un vide à rayons cathodiques, et en 40 minutes un vide que les décharges d'une petite bobine d'induction fonctionnant à huit volts sont incapables de traverser. — M. E. Gehrcke présente un Mémoire sur les points d'interférence. Les spectroscopes à pouvoir résolvant élevé qu'on a construits dans ces derniers temps, et dont l'auteur a lui-même étudié un modèle, sont basés sur le principe commun de produire des interférences à grande différence de marche, ou, en d'autres termes, des spectres à grands numéros d'ordre. C'est ainsi qu'on obtient des valeurs du pouvoir résolvant excédant de beaucoup ce que réalisent les appareils à prismes ou à réseaux. Ces dispositifs sont, cependant, affectés de l'inconvénient de ne posséder qu'une région de dispersion réduite. Or, l'auteur a réussi à obvier à ce désavantage, en partie au moins, en produisant des points d'interférence au moyen de deux appareils à interférence déplacés de 90° l'un relativement à l'autre. L'emploi de ces points, engendrés par l'entre-croisement de deux systèmes de bandes d'interférence, augmente encore la visibilité, c'est-à-dire le nombre de longueurs d'onde homogènes et discrètes qu'on peut observer simultanément dans l'image interférentielle comme lignes spectrales séparées ou plutôt comme points spectraux ; leur nombre dépend exclusivement de celui des rayons multiples. Les points d'interférence semblent encore se prêter à manifester l'existence des « lignes fausses » qu'on observe sur les plaques planes d'une façon analogue aux réseaux de Rowland. Par le croisement de deux plaques de verre d'épaisseur égale, on ne saurait, en effet, observer de satellites possibles des lignes que le long des diagonales du système de points, correspondant à l'ombre principale. — M. W. Biegon von Czudnochowski rend compte de ses expériences faites en vue de produire des oscillations électriques dans des fils au moyen de différents dispositifs. Dans un circuit linéaire ininterrompu, un éclateur produit, par le seul accouplement électrostatique et au moyen de déplacements diélectriques, des oscillations qui, après

s'être propagées à travers l'espace, sont captées par un conducteur linéaire analogue et amenées à un détecteur d'ondes. Ces expériences étaient destinées à l'étude comparative de diverses méthodes pour engendrer des oscillations primaires dans des conditions données. — M. E. Aschkinass présente une étude sur le rayonnement calorifique des métaux. Les lois énoncées par l'auteur, aussi bien que les conclusions qu'il en déduit, concordent parfaitement avec les résultats expérimentaux, même au point de vue quantitatif.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Mai, Juin et Juillet 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. V. Volterra transmet la continuation de son étude de la distorsion des solides élastiques, et présente les photographies des curieuses déformations qu'il a obtenues à l'aide de cylindres en caoutchouc. — M. L. Bianchi : Sur les surfaces déformées par flexion de l'hyperboloïde rond à deux nappes. — M. G. Castelnuovo : Sur les intégraux simples appartenant à une surface irrégulière. — M. A. Capelli : Sur les formules générales d'addition des fonctions théta de plusieurs arguments. — M. A. Tagliaferri : Sur les surfaces W applicables à des surfaces de rotation. — M. G. Fubini : Sur les couples de variétés géodétiquement applicables. — M. G. Lauricella démontre quelques théorèmes généraux sur les équations de la déformation des plaques élastiques de grosseur quelconque.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. A. Battelli et A. Stefanini ont fait des recherches pour établir la nature de la fonction osmotique, qui conduit à considérer comme improbable que cette pression soit de nature cinétique. — M. A. Stefanini a imaginé un nouvel appareil pour la mesure de l'acuité auditive, où il utilise les courants qu'un solénoïde neutre induit dans un circuit qui lui est relié. — M. S. Chella présente un dispositif pour déterminer le coefficient de frottement intérieur des gaz à des températures très basses. — M. A. Righi décrit ses expériences exécutées pour étudier les charges engendrées en plusieurs corps par les rayons β du radium. — M. A. Pochettino envoie la continuation de ses recherches sur la luminescence des cristaux artificiels et naturels, et sur le verre déformé par une action mécanique. — M. A. Occhialini établit, à l'aide d'expériences dont il donne la description, la relation qui existe entre la constante diélectrique et la densité de l'air. — M. M. La Rosa a exécuté de nombreuses mesures de petits coefficients d'auto-induction. — M. A. Arno s'occupe des effets des courants continus, intermittents et alternatifs, et des ondes hertziennes, sur le retard de magnétisation des corps magnétiques placés dans un champ Ferraris. — M. C. Chistoni présente les résultats pyrhéliométriques obtenus dans les observations faites à l'Observatoire géophysique de Modène. — MM. R. Nasini, T. Anderlini et M. G. Levi s'occupent de la radio-activité des « soffioni » de borax de la Toscane, et de la quantité d'émanation qu'ils contiennent. — M. M. Padoa expose ses recherches qui le conduisent à nier la radio-activité de l'eau oxygénée. — MM. A. Angeli et V. Castellana s'occupent de quelques dérivés du camphre. — M. F. Angelico a suivi les transformations qui s'accomplissent par l'action de l'hydroxylamine sur les nitrosopyrrols. — MM. G. Plancher et C. Ravenna ont réussi à préparer l'indoline, substance qui donne naissance aux alcaloïdes indoliques, et dont on ne connaissait que les nombreux dérivés. — MM. G. Plancher et G. Piccinini étudient les combinaisons de la β -phénylhydroxylamine avec les aldéhydes aromatiques. — M. A. Mazzucchelli a entrepris la préparation des composés du carbone avec deux doubles liaisons consécutives, et il donne le résultat de ses expériences. — M. F. Ramfaldi présente une étude cristallographique de quelques composés organiques.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. B. Grassi et L. Munaron, en résumant leurs précédentes recherches sur le goitre et sur le crétinisme endémique, arrivent à la conclusion que la cause du goitre doit être recherchée dans la quantité d'iode qui se trouve surtout dans la poussière atmosphérique; dans cet ordre d'idées seront poursuivies les observations. — M. L. Munaron signale les bons effets qu'il a obtenus en administrant la thyroïdine à des individus pourvus de goitre et en état de faiblesse et d'accroissement retardé. — M. C. De Stefani a reconnu la présence de la leucotéphrite dans des masses d'origine volcanique et dans du gravier des Campi Flegrei. — M. E. Clerici transmet ses observations sur les sédiments du Monte-Mario, près de Rome, antérieurs à la formation du tuf granulaire. — M. D. Lovisato décrit la centrolite qu'il a découverte dans les minéraux cuprifères de Bena de Padru à Ozieri, près de Sassari, en Sardaigne. — M. C. Rimatori a fait l'analyse pondérale et spectroscopique de quelques blends de la Sardaigne. — M. L. Peruzzi présente une note sur le calcaire à brucite de Zenlada, et sur la composition minéralogique de la pedrazite. — M. E. Tacconi parle de ses observations sur les minéraux du granit de Montorfano (parinite, octaédrite, zircon, etc.). — M. P. Mingazzini décrit un animal très rare, pêché à grande profondeur dans la mer, par l'expédition du Prince des Abruzes, en naviguant de la Nouvelle-Calédonie vers Auckland; c'est un géphyrien auquel on a donné le nom de *Pegalosphaera aloysii*. — M. P. Dorello appelle l'attention des anatomistes sur une façon particulière de se comporter de la portion exophasgienne inférieure et gastrique du vague. — M. G. Noè envoie la description d'un nouveau genre appartenant à la famille des Chyromidiens; c'est un petit diptère hématophage, dont on trouve deux formes dans la Campagne romaine. — M. G. Brunelli transmet ses observations sur la structure de l'ovaire des Termitides. — M. V. Peglion étudie les causes qui produisent le dépérissement des champs de trèfle, et dans une autre note s'occupe des altérations présentées par les châtaignes envahies par le *Penicillium glaucum*. — M. G. Cuboni, ayant eu l'occasion d'examiner des oliviers malades en Sardaigne, a reconnu qu'ils étaient atteints par la *brusea*, maladie parasitaire due à un petit champignon, et que l'on croyait limitée à la province de Lecce. — M. L. Petri ajoute une note sur les essais de culture de ce champignon, dont il a obtenu la reproduction. — M. U. Brizi a étudié la maladie du riz dite *brusone*, dont la cause ne serait pas d'origine parasitaire; on devrait l'attribuer à une asphyxie des racines par le manque d'oxygène. — M. E. Pantanelli décrit les méthodes qui lui ont permis de mesurer la pression et la tension des cellules du levain. — M. A. Agazzotti donne la description des expériences faites par lui en soumettant un orang-outang à la raréfaction de l'air à l'aide d'une grande cloche pneumatique, et en observant l'action de l'oxygène sur le malaise qui s'ensuit.

ERNESTO MANCINI.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 23 Juin 1905.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. K. Puschl recherche la source de la chaleur dégagée par le radium. Il suppose, d'une part, que l'éther cosmique n'est pas en repos complet, mais possède une énergie, d'intensité partout égale, provenant de vibrations de ses parties les plus fines, et, d'autre part, que les atomes du radium possèdent, pour ce mouvement vibratoire de l'éther, un fort pouvoir d'absorption, correspondant à leur vibration interne, tandis que celui des atomes d'air est insignifiant. C'est cette énergie que les atomes de radium restituent à l'état de chaleur. Dans cette hypothèse, tous les éléments doivent dégager spontanément de la chaleur; mais il est permis de supposer que ce dégagement doit être très faible. On a, d'ailleurs, constaté

des différences de température appréciables au contact de deux corps. — MM. S. Meyer et E. von Schweidler ont étudié les préparations d'actinium pur de Hatinger et Ulrich. La constante de diminution de moitié de l'activité induite est en moyenne de 36 minutes. Par chauffage au rouge clair, on peut séparer cette activité induite d'une autre, qui diminue de moitié en 1,5 minute. L'induction se concentre aux cathodes, comme pour le thorium et le radium. — MM. R. Wegscheider et E. Bondi ont préparé les éthers acides des acides phtaliques 4-substitués. L'anhydride 4-nitrophtalique donne avec C²H⁵OH principalement l'éther acide connu F. 127° et un peu d'un éther acide F. 137°; ce dernier est l'éther acide 2. — MM. M. Bamberger et A. Landsiedl montrent que le liquide qui, à maturité, s'écoule du *Lycoperdon bovista* contient de l'urée, et que le jeune champignon renferme deux corps ergostériques, de la tyrosine et une substance cristallisée, riche en azote, paraissant appartenir au groupe des cérébro-sides.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Nalepa poursuit ses recherches sur les champignons des galles par l'étude du *Phyllocoptes vitis*. — M. R. Hoernes adresse un Rapport préliminaire sur son exploration des formations tertiaires de la Méditerranée occidentale.

Séance du 6 Juillet 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Hellebrand communique l'orbite définitive de la comète 1883 I (Brooks). — MM. E. Haschek et K. Kustersitz ont étudié le spectre d'*ε*-Pégase d'après des photographies des Observatoires de Lick et d'Yerkes.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Wagner décrit une nouvelle méthode pour la mesure de l'intensité horizontale du magnétisme en voyage. Elle consiste à équilibrer le champ de l'intensité horizontale à l'intérieur d'un solénoïde par le champ magnétique du courant qui traverse le solénoïde et à mesurer la première par le second. L'exactitude est à peu près la même qu'avec les appareils portatifs basés sur la méthode de Gauss. — M. E. Lecher a mesuré l'effet Thomson pour quatre métaux : Ag, Cu, Te et constantan, à des températures allant jusqu'à 500°. D'après Tait, l'effet Thomson est proportionnel à TdT ; la seconde partie de cette hypothèse se vérifie assez bien, mais l'effet Thomson ne paraît guère être proportionnel à la température absolue. — MM. S. Meyer et E. von Schweidler ont constaté qu'il existe dans le plomb radio-actif une substance non rayonnante, mais qui se transforme continuellement en une substance émettant des rayons β , dont l'émanation diminue de moitié en 6 à 7 jours; de celle-ci naît une substance émettant des rayons α , dont l'émanation diminue de moitié en 135 jours. D'autre part, l'activité restante qui suit l'activité induite RaC diminue aussi d'après une loi logarithmique qui correspond à une constante de 135,5 jours, c'est-à-dire la même que pour le radio-plomb et le radio-tellure. — M. G. Tschermak montre que l'acide silicique provenant de la décomposition du chlorure de silicium par l'eau, ainsi que celui qui résulte de la décomposition des silicates naturels : diopside, natrolithe, scolézite, etc., par HCl, répondent tous à la composition de l'acide orthosilicique, ce qui fixe la constitution de ces derniers silicates. — M. C. Doelter a déterminé expérimentalement la viscosité des fusions de silicates et reconnu que beaucoup de silicates passent, par élévation de température, de la forme cristallisée à la forme amorphe isotrope sans devenir liquides d'une façon marquée. Ce n'est que par une forte élévation de température qu'il y a une diminution marquée de la viscosité. — M. O. Flaschner, en faisant réagir le chlorure de benzyle et ses dérivés substitués sur la phénylhydrazine, a obtenu principalement des hydrazines asymétriques secondaires; comme produits secondaires, on a trouvé deux hydrazones. — MM. R. Andreasch et A. Zipser ont préparé les acides *o*- et *p*-tolyl-, *m*-xylyl et *o*-oxyphényl-rhodaniques et leurs

produits de condensation avec la benzaldéhyde, l'aldéhyde salicylique et la diméthyl-*p*-aminobenzaldéhyde. — **M. J. Stuchetz** décrit les produits de condensation des acides *o*- et *p*-tolylrhodaniques avec la nitrobenzaldéhyde, le pipéronal, la vanilline et les aldéhydes anisique et cinnamique.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **MM. A. Schattenfroh et R. Grassberger** présentent leurs recherches sur l'immunité antitoxique et anti-infectieuse. Le bacille du rauschbrand produit, dans certaines conditions, un poison soluble, une toxine. On le trouve dans le corps des animaux atteints de cette infection ; mais la pathogénicité des cultures ne dépend pas de leur teneur en toxine, car on peut obtenir des cultures très pathogènes dépourvues de toxines. Par traitement avec des solutions de toxine, les animaux peuvent être immunisés contre celle-ci ; leur sang renferme alors de grandes quantités d'antitoxine. Si l'on infecte des cobayes immunisés contre la toxine avec une culture virulente, les résultats sont différents suivant l'origine de la culture. Si celle-ci se rapproche beaucoup de la culture originale ou provient du liquide tissulaire d'un animal infecté, les animaux immunisés meurent aussi rapidement, si ce n'est plus vite, que les animaux témoins. Par contre, le sérum antitoxique protège contre l'infection par les cultures qui ont la faculté de produire de la toxine. La toxine n'a donc pas un rôle décisif dans la pathogénèse du rauschbrand. On parvient, dans certaines conditions, à immuniser les animaux contre les cultures originales ; leur sérum est alors *anti-infectieux*. — **M. R. Kraus** présente ses recherches sur l'immunité et la thérapeutique étiologique contre la syphilis. Il conclut de ses essais qu'une immunisation active sous-cutanée n'est pas en état de préserver contre une infection cutanée consécutive, mais elle pourrait empêcher une infection généralisée. Par contre, une immunité cutanée peut être produite par une infection cutanée ; aussi bien chez l'homme que chez le singe, un effet primaire protège contre une nouvelle infection cutanée. — **MM. S. Exner et H. Januschke** étudient l'influence de la lumière et de l'obscurité sur les corpuscules de guanine du tapetum d'*Abramis brama*. — **M. J. Wiesner** a constaté, sur des branches coupées de marronnier d'Inde, que les feuilles, encore en voie de développement, exposées au soleil transpirent si fortement qu'elles soutirent de l'eau aux feuilles opposées placées à l'ombre. Ces dernières s'arrêtent de croître, flétrissent et finissent par sécher et tomber. Sur des marronniers entiers recevant du sol une quantité d'eau insuffisante, il peut se produire des phénomènes analogues. Cette transpiration inégale influe sur le phénomène de la phototropie. — **M. B. Kubart** communique ses recherches sur les fleurs femelles du *Juniperus communis*. — **M. F. Berwerth** poursuit ses observations géologiques sur la galerie sud du tunnel du Tauern. — **M. V. Uhlig** : Quelques remarques sur le genre d'ammonite *Hoplites* Neumayer. LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Juin 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. D.-J. Korteweg** présente au nom de **M. W.-A. Versluys** : *Sur le nombre des tangentes communes d'une courbe et d'une surface*. En général, le nombre cherché est rm , où m représente la classe de la surface, tandis que r représente la classe ou le rang de la courbe, suivant que cette courbe est plane ou gauche. Étude de plusieurs cas particuliers. — **M. P.-H. Schoute** présente la thèse de **M. H. Offerhaus Ezn** : « Lineaire kegelsneestelsels en-weefsels » (Systèmes de coniques linéaires, ponctuels et tangentiels). — **M. J.-A.-C. Oudemans** : *Contribution à la détermination de la longitude de Saint-Denis (Ile de la Réunion) en 1874*. Seconde partie. — **M. H.-G. van de Sande Bakhuizen** présente au nom de **M. J. Weeder** : *Formules exactes d'approximation pour le*

rapport des triangles dans la détermination d'une orbite elliptique par trois observations. Seconde partie (pour la première, voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XVI, p. 712). Ici l'auteur déduit des trois temps d'observation et des distances héliocentriques correspondantes des formules simples d'approximation, embrassant les termes du cinquième ordre dans les intervalles de temps et qui permettent d'être complétées jusqu'aux termes du sixième ordre. Ce problème a été résolu par l'astronome de Kiel, **M. P. Harzer**, d'une autre manière. — **M. C.-H. Wind** présente au nom de **M. C. Easton** : *Périodicité de l'activité solaire et du climat*. Dans sa seconde communication sur ce sujet (comparez *Rev. gén.*, t. XVI, p. 44), l'auteur montre d'abord qu'une accélération dans les époques du minimum et du maximum de l'oscillation undécennale solaire, par rapport à la normale calculée de onze à treize ans, ne correspond pas à un nombre anormal de taches, mais à un nombre excessif d'hivers rigoureux, au moins dans l'Europe centrale et occidentale ; si, au contraire, les phases de l'oscillation solaire sont en retard, on a peu de taches et peu d'hivers rigoureux. Du reste, la valeur $M-m$, représentant le temps qui s'écoule entre le minimum et le maximum suivant, est plus petite dans le premier cas ; il paraît que le contraire arrive pour la durée L de la période, mais la variation est moins sûre ici. Cette corrélation entre les éléments de l'activité solaire et l'élément météorologique se manifeste dans le petit tableau suivant, où les six périodes undécennales, pour lesquelles l'exactitude des observations paraît le mieux garantie, ont été groupées selon les déviations de l'époque des phases (+ étant un retard, — une accélération du minimum et du maximum) ; RZ représente la moyenne des « nombres relatifs » de **R. Wolf** pour les taches solaires, F donne une valeur moyenne pour le nombre des hivers froids.

TABLEAU. — *Rapports entre l'activité solaire et le climat.*

	DÉVIATION de phase	$M-m$	L	RZ	F
A . . .	- 4,6	5,8	10,6	35,4	0,35
B . . .	- 1,0	3,9	10,7	54,2	0,50
C . . .	- 4,0	3,1	11,4	66,3	0,70

L'auteur montre ensuite que la même période, d'environ quatre-vingt-neuf ans, qu'il a trouvée dans les « grands hivers » se manifeste aussi dans les irrégularités de l'activité solaire, depuis le commencement des observations. Il y a même des indices d'une périodicité multi-séculaire, peut-être de trois cent cinquante-six ans. Nous nous trouvons à présent dans une époque caractérisée par une activité solaire au-dessous de la normale et par la rareté d'hivers rigoureux ; cette époque finira à peu près en 1916. Il va sans dire qu'une étude plus complète de ce parallélisme curieux sera du plus haut intérêt, au point de vue astronomique et climatérique, et encore pour l'établissement d'une prognose météorologique en traits généraux. — **M. W.-H. Julius** : « Reports on the Dutch expedition to Karang Sago (Sumatra), total eclipse of the sun, may 18, 1901 ». N^o 3. Étude polarimétrique de la Couronne. N^o 4. Radiation de chaleur du Soleil pendant l'éclipse.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. J.-D. van der Waals** : *La forme des sections du plan de saturation perpendiculaires à l'axe des x , dans le cas de pression à trois phases entre deux températures*. Dans la séance de mars (*Rev. gén. des Sc.*, t. XVI, p. 663), l'auteur a fait connaître quelques sections perpendiculaires à l'axe des T pour trois températures admettant des pressions à trois phases. Si l'on connaît ces sections pour toutes

les températures, on connaît la surface de saturation tout entière et donc aussi les autres sections, par exemple celles perpendiculaires à l'axe des x . Seulement, les courbes trouvées font voir que, bien que la partie réalisable de cette surface soit de forme assez simple, la partie non réalisable montre une forme assez compliquée, et qu'il est nécessaire de connaître cette dernière partie si l'on veut étudier la connexion de la première. Le caractère compliqué de la partie occulte s'oppose tellement à la déduction des sections perpendiculaires à l'axe des x de celles perpendiculaires à l'axe des T qu'ordinairement on n'y réussit pas. Pour cette raison, l'auteur explique ce qu'il a trouvé lui-même par rapport à ces sections $(p, T)_x$ à l'aide de plusieurs planches, indiquant la variation de la forme de la section avec x . — Ensuite **M. van der Waals** présente : *Les équilibres (T, x) de phases solides et fluides pour des valeurs variables de la pression*. En 1903 (*Rev. gén. des Sc.*, t. XV, p. 51 et 108), l'auteur a étudié les figures $(p, x)_T$ et $(p, T)_x$; ici, il y ajoute les cas principaux des sections (T, x) . — Enfin **M. van der Waals** présente deux communications de **M. A. Smits** : 1° *Sur les équilibres occultes dans les sections (p, x) d'un système binaire en rapport avec la présence de matières solides*. Etude des sections (p, x) au delà du point triple vers le côté des hautes températures. Les sections (v, x) de la représentation (v, x, t) dans l'espace. La projection de la représentation (p, t, x) dans l'espace sur le plan (p, t) pour le cas éther et anthraquinone, où la courbe des points de plissement rencontre la courbe de solubilité; 2° *Contribution à la connaissance des courbes (p, x) et (p, t) pour le cas où deux substances entrent en composition dissociée en phases fluide et gazeuse*. Dans cette communication, l'auteur se propose de faire connaître une représentation cohérente des particularités les plus importantes des équilibres entre les phases gazeuse, fluide et solide, se joignant d'une manière naturelle à la représentation (p, x, t) inventée récemment par **M. H.-W. Bakhuis Roozeboom**, où les composantes se présentent seulement dans la phase solide. — **M. H. Kamerlingh Onnes** : *Méthodes et ressources, en usage au Laboratoire cryogène de Leyde*. IX. La purification des gaz à l'aide du refroidissement et de la compression, en particulier la préparation de l'hydrogène pur. — **M. H.-A. Lorentz** présente au nom de **M. J.-J. van Laar** : *L'élevation moléculaire de la température critique la plus basse d'un mélange binaire à composants normales*. L'auteur se base sur la formule :

$$\frac{1}{T_1} \left(\frac{dT_x}{dx} \right)_0 = 2\sqrt{6}\psi - (1 + \psi),$$

où θ représente le rapport $\frac{T_2}{T_1}$ des deux températures critiques et $\psi = \frac{b_2}{b_1}$, formule déduite dans l'hypothèse que la température critique d'un système binaire se trouve à l'aide de la relation :

$$fRT_x = \frac{ax}{b_x}.$$

Cette relation est d'accord avec les résultats expérimentaux de **M. Centnerszwer**, pourvu qu'on dédouble le poids moléculaire de la substance résolante SO_2 . Ici l'auteur fait voir que les valeurs trouvées à l'aide de la formule d'approximation indiquée doivent être multipliées par un facteur surpassant deux dans plusieurs cas. — **M. P. van Romburgh** présente les deux communications suivantes : 1° *Sur la réaction de l'ammoniaque et des amines sur le formiate d'allyle*; 2° *Sur le lupéol des espèces de Gethal pertja*. — Ensuite, **M. van Romburgh** présente au nom de **M. A.-J. Ultee** : *Sur la réaction de l'acide prussique sur les cétones*. L'auteur fait connaître les propriétés principales de trois isomères. — Enfin, **M. van Romburgh** présente au nom de **M. F.-M. Jaeger** : *Sur quelques substances dérivées*

de l'acide phénylcarbamique. Propriétés cristallographiques des substances suivantes :

- 1° $C^6H^5 \cdot AzH \cdot CO \cdot O(CH^3)$;
- 2° $C^6H^5 \cdot Az(CH^3) \cdot CO \cdot O(CH^3)$;
- 3° $C^6H^5(AzO^2)_4 \cdot Az_1(CH^3) \cdot CO \cdot O(CH^3)$;
- 4° $C^6H^5(AzO^2)_4 \cdot (AzO^2)_2 \cdot Az_1(CH^3) \cdot CO \cdot O(CH^3)$;
- 5° $C^6H^5(AzO^2)_6 \cdot (AzO^2)_4 \cdot (AzO^2)_2 \cdot Az_1(CH^3) \cdot CO \cdot O(CH^3)$;
- 6° $C^6H^5(AzO^2)_4 \cdot AzO^2 \cdot Az_1(CH^3) \cdot CO \cdot O(CH^3)$;
- 7° $C^6H^5(AzO^2)_4 \cdot (AzO^2)_4 \cdot (AzO^2)_2 \cdot Az_1(CH^3) \cdot CO \cdot O(CH^3)$;
- 8° $C^6H^5(AzO^2)_4 \cdot (AzO^2)_2 \cdot Az_1(AzO^2)(CH^3)$.

M. A.-F. Holleman présente au nom de **MM. F.-M. Jaeger** et **J.-J. Blanksma** : *Sur les six tribromoxylènes isomériques*. En 1880, les six tribromotoluènes isomériques ont été préparés par **MM. Nevile** et **Winther**; en 1903, **M. Jaeger** en publiait dans sa thèse une autre préparation, dans le but d'étudier la connexion entre les symétries cristallographique et moléculaire; pour pouvoir étendre cette étude à une autre série de caractère analogue, les auteurs ont préparé les tribromoxylènes isomériques. Ici ils donnent un aperçu sommaire de la manière de formation de ces corps. — **M. S. Hoogewerf** présente au nom de **M. F.-H. Eydman Jr** : *La colorimétrie et la méthode colorimétrique pour déterminer la constante de dissociation des acides*. Le théorème principal de la colorimétrie : Des solutions de matières colorantes de la même substance présentent la même intensité de couleur des couches de même épaisseur, si elles possèdent la même concentration. Colorimètre de Salleron, modifié par **Koppeschaar**. Colorimètre de **C.-H. Wolff**, modifié par l'auteur. Principe de la méthode pour déterminer la constante de dissociation. Description des expériences. Résultats : Acide benzoïque 0,000.063; acide anthranilique 0,000.008.9; acide propionique 0,000.012.8; les résultats obtenus à l'aide de l'électrolyse par **MM. Nernst** et **Ostwald** sont respectivement 0,000.06; 0,000.009.6; 0,000.134. — **M. H.-W. Bakhuis Roozeboom** présente la thèse de **M. E.-H. Büchner** : « *Gedeeltelyke mengbaarheid van vloeistoffen by stelsels van koolzuren en een tweede stof* » (Miscibilité partielle de fluides dans le cas de systèmes d'acide carbonique et d'une autre substance). — Rapport de **MM. Roozeboom** et **J.-M. van Bemmelen** sur le Mémoire de **M. C. Hoitsema** : « *Liquatie in binaire metaalgeeringen (liquation dans des alliages métalliques binaires)* ».

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. H.-G. van de Sande Bakhuyzen** : *Notice sur J. L. C. Schroeder van der Kolk*, né à Zutphen en 1865, professeur de Minéralogie à l'École polytechnique de Delft depuis 1898, décédé en 1905. — **M. L. Bolk** : *Le développement du cerebellum chez l'homme*. Seconde communication (*Rev. gén. des Sc.*, t. XVI, p. 664). — Ensuite **M. Bolk** présente au nom de **M. A.-J.-P. van den Broek** : *Le système nerveux sympathique des Monotremata*. Les expériences se rapportent à *Echidna aculeata* et *Ornithorhynchus paradoxus*. — **M. K. Martin** présente au nom de **M. H.-G. Jonker** : *Quelques remarques sur la composition géologique et sur l'origine du Hondsrug*. Depuis quelques années, l'auteur s'occupe de la structure géologique du Hondsrug; l'étude minutieuse de toutes les données qu'il vient de collectionner prendra encore plusieurs années. Mais la présente communication a un but actuel, celui de combattre l'opinion de **M. Eug. Dubois**, de Haarlem, sur l'origine du Hondsrug. — Rapport de **MM. T. Place** et **J.-W. Moll** sur la lettre du Ministre de l'Intérieur relative à l'octroi d'un subside à **M. M.-C. Dekhuyzen** pour des recherches dans le Zuiderzee. **M. Dekhuyzen** se propose d'examiner la faune et la flore du Zuiderzee. Tous les naturalistes de l'Académie conseillent d'accorder le subside.

P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 23, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

T. R. Thalén. — En la personne du Professeur Thalén, la Suède vient de perdre l'un de ses plus éminents physiciens. Ses recherches sur le spectre des métaux et des métalloïdes lui avaient acquis une renommée universelle et sont aujourd'hui classiques. Soit seul, soit en collaboration avec Angström, il construisit des tables exactes et détaillées donnant la longueur d'onde des lignes du spectre de plusieurs éléments. Il fit aussi un examen minutieux des bandes d'absorption de la vapeur d'iode et s'attela au difficile problème de la détermination et de l'attribution des lignes dans le spectre des corps des groupes de l'yttrium et du cérium. A l'époque où ses recherches parurent, des mesures précises pour solutionner plusieurs questions fondamentales dans l'Analyse spectrale faisaient défaut et les travaux de Thalén furent d'un grand secours. La liste révisée des lignes du spectre d'arc du fer, qu'il publia en 1885, est toujours une œuvre de référence dans les travaux d'Analyse spectrale.

Né en 1827, à Köping, Thalén fut reçu docteur en 1854; après avoir occupé divers postes, il professa la Physique pendant vingt-deux ans à Upsal, de 1874 à 1896. C'est dans cette ville qu'il est mort le 27 juillet dernier.

§ 2. — Mécanique

Matière et mouvement. Bases d'une Mécanique objective opposée à la Mécanique classique. — M. Hartmann a repris et développé récemment, devant la Société de Philosophie⁴, les conclusions d'un Mémoire qu'il avait présenté au Congrès de Genève (septembre 1904) sous le titre : *Définition physique de la force*. Tout en déclarant que les équations de la Mécanique classique sont rigoureusement exactes, M. Hartmann reproche aux savants de manier avec elles des notions qui ne répondent à aucune réalité naturelle, et même de se payer de mots et de formes substantielles à la manière des scolastiques,

tandis qu'il lui paraît fort simple de fonder la Dynamique sur une conception normale de la cause physique des mouvements. La Mécanique classique énonce qu'un point matériel, quand il se meut sans être soumis à aucune force, conservera indéfiniment la même direction et la même vitesse. C'est donc qu'elle conçoit comme une propriété permanente de mouvement, une sorte d'entité comparable à toutes les vertus dormitives ou autres du Moyen-Age? Est-ce que le mouvement rectiligne et uniforme serait aujourd'hui le mouvement naturel, comme le circulaire l'était autrefois pour Aristote?

Certes, quand ils cherchaient à faire correspondre les forces aux mouvements, les fondateurs de la Mécanique avaient le choix, au point de vue du langage mathématique qu'ils voulaient créer, entre un grand nombre de solutions. Ils pouvaient lier la force à la vitesse; ou bien, comme ils l'ont fait, à la variation de la vitesse, c'est-à-dire à l'accélération; ou bien à la variation de l'accélération, c'est-à-dire à la dérivée seconde de la vitesse, ou à la dérivée troisième, etc. Ils pouvaient encore considérer les dérivées de la vitesse par rapport à l'espace, au lieu de les prendre par rapport aux temps. Et, pour chacun de ces systèmes, ils auraient eu un énoncé différent du principe d'inertie. Le problème de la chute des corps, d'où est sortie la Dynamique, nous a valu sans doute qu'on liât la force à la variation de la vitesse, et c'est ce qu'on a fait, sans remarquer qu'on laissait sans cause la vitesse elle-même. N'était-il pas plus naturel d'associer l'idée de force au mouvement le plus simple, c'est-à-dire au mouvement uniforme, plutôt qu'à un mouvement plus complexe? Pourquoi ne pas étudier un corps en mouvement comme on étudie un corps chaud, ou lumineux, ou électrisé? Renonçant à un état permanent de la matière qui se retrouverait le même dans le mouvement et au repos, concevons « que le mouvement des corps est dû à l'état physique relatif de leurs éléments par rapport au milieu ambiant, à leur état dynamique dans ce milieu, à la quantité d'action qu'ils renferment ». Nous serons tout naturellement amenés par l'expérience à exprimer cette quantité d'action par le produit de la masse et de la vitesse. Que l'on ne dise pas, d'ailleurs, que c'est ainsi renouveler l'erreur de

⁴ Bulletin de la Société française de Philosophie, avril 1905.

Descartes, jadis corrigée par Leibniz. Bien au contraire, en faisant intervenir la force vive, $\frac{1}{2} m v^2$, et la notion du travail *Fde*, on substitue sans discernement l'espace au temps dans l'évaluation de la vitesse de variation de l'action, et l'on construit des abstractions n'ayant aucune signification réelle.

Quelques savants ont répondu à M. Hartmann en essayant d'invoquer des cas précis où l'expérience se prononcerait en faveur de la Mécanique traditionnelle. L'observation montre que la vitesse initiale, et non pas seulement la position initiale, doivent faire partie des données qui servent à définir un mouvement, ce qui justifie le vieux principe d'inertie (M. Painlevé). — Un corps éloigné autant que possible de tout autre et soustrait autant que possible à toute action extérieure suit-il, oui ou non, la ligne droite? (M. Hadamard.) — Si l'on reçoit un projectile dans un calorimètre à glace où il s'arrête, la quantité de glace fondue serait-elle proportionnelle à la vitesse ou à son carré? (M. Perrin.)

Il semble bien ressortir des explications de M. Hartmann qu'aucune de ces objections n'apporte un *experimentum crucis* contre sa conception, qui reste, en somme, l'une des innombrables mécaniques possibles logiquement, mathématiquement et physiquement. Mais est-on fondé à voir en elle la seule conforme à la Nature, la seule vraie? Sur ce point, les arguments de M. Hartmann ne m'ont pas convaincu. L'analogie de la quantité d'action avec la quantité de chaleur est intéressante par les rapprochements qu'elle autorise, mais non point par la réalité qu'elle révèle au fond des choses. De celui qui énonce le principe d'inertie à la manière classique, et de M. Hartmann qui veut atteindre dans la quantité d'action la cause de la vitesse elle-même, le plus métaphysicien des deux n'est peut-être pas celui qu'il pense. Toute la question est, d'ailleurs, de savoir si la conception classique n'a pas été la plus simple, la plus commode, et la plus féconde. En fait, M. Hartmann reconnaît que des travaux de Galilée devaient naturellement sortir la notion de la force liée à la variation de la vitesse. Ne convient-il pas d'en dire autant et plus des travaux de Newton? En dépit de la traduction évidemment toujours possible dans le langage de M. Hartmann des propriétés des forces centrales, la mécanique du système solaire renoncerait-elle aisément à sa vieille gravitation?

N'importe! N'est-il pas curieux et intéressant, pour l'histoire de la pensée scientifique, d'assister de nos jours à une tentative de réhabilitation des idées de Descartes sur la Mécanique?

G. MILHAUD.

Professeur à l'Université de Montpellier.

§ 3. — Physique

L'accumulation de la chaleur solaire dans les liquides. — Dans un Mémoire présenté il y a plusieurs années à l'Académie des Sciences hongroise, M. Kalecsinsky¹ appelait l'attention sur le phénomène d'accumulation de la chaleur solaire qu'il a observé dans plusieurs des petits lacs salins de Hongrie. C'est une couche chaude d'une épaisseur de plusieurs mètres qu'on trouve à une certaine profondeur au-dessous de la surface, entre deux couches plus froides, et qui doit nécessairement avoir emprunté sa chaleur directement au Soleil. D'après les expériences du savant hongrois, ce phénomène ne se présenterait que dans le cas où la surface du lac est recouverte d'une couche d'eau douce ou faiblement saline. Ces lacs, qui conservent la chaleur du Soleil pendant un temps prolongé à des températures allant jusqu'à 70°, doivent être considérés comme de véritables accumulateurs de chaleur.

Or, M. Kalecsinsky, ayant continué ses intéressantes recherches, vient d'en présenter les résultats nouveaux à cette même Académie hongroise. Il fait remarquer que le phénomène en question se retrouve dans les lacs

salins de Roumanie, de Norvège, de Sibérie et d'autres pays, et peut même être reproduit dans l'eau saline artificielle. Les solutions concentrées de sel de Glauber, de sel ammoniac, de soude, etc., étant exposées aux rayons du Soleil, s'échauffent de la même manière qu'un lac salin, pourvu que leur surface soit recouverte d'une couche d'eau douce ou d'eau saline diluée. L'eau douce elle-même peut, cependant, être échauffée d'une façon analogue, si on la recouvre d'une couche de pétrole ou d'huile.

Ces phénomènes, qui s'expliquent par les propriétés physiques des liquides, dépendent essentiellement de leur disposition relative. Dans le cas de l'eau saline recouverte d'eau douce, la chaleur maxima s'accumule aux points de contact des deux couches. Si la couche d'eau douce est vaporisée sans être chauffée, la température s'égalise. L'huile et l'eau ne se diffusant pas l'une dans l'autre, comme c'est le cas de l'eau douce et de l'eau saline, la température maxima dans l'eau recouverte d'huile se place le plus souvent immédiatement au-dessous de la couche d'huile.

L'échauffement que subit cette eau peut être poussé jusqu'à tuer toute vie animale ou végétale au-dessous de cette couche, à moins que l'eau inférieure ne soit renouvelée. Dans le lac d'Ostravik, en Norvège, les huitres mouraient en 1885, avant que l'eau saline eût été mise en communication avec la mer. Dès que cette communication eut été établie, les huitres se portèrent parfaitement bien. Bien des phénomènes de température qu'on observe dans les grandes mers continentales, telles que la Baltique et la Méditerranée, s'expliquent de cette façon. De forts courants froids d'eau douce se portent, par exemple, dans la Méditerranée septentrionale, d'Italie vers le bassin chaud des eaux salines. Loin de produire un refroidissement, l'eau douce, étant plus légère, maintient la chaleur de l'eau saline, de façon qu'à une certaine profondeur l'eau de la Méditerranée septentrionale est plus chaude que dans la partie méridionale, où cette alimentation en eau douce protectrice fait défaut.

L'auteur formule des conclusions fort intéressantes relativement aux conditions qui ont dû exister dans les âges primitifs. Il est probable que, alors aussi, les lacs salins existaient. En effet, les dépôts de sels tels que ceux de Stassfurt leur doivent sans doute leur origine. Or, ces dépôts salins consistent le plus souvent en des couches alternatives de différents sels. Les recherches de Van't Hoff et d'autres savants ont fait voir que les éléments que renferme l'eau se combinent pour former des sels différents suivant la température. Or, comme, dans la vaporisation des lacs primitifs, ce sont les sels correspondant à la température de la couche qui ont dû se précipiter, il doit y avoir eu une accumulation analogue de la chaleur solaire; les différents sels dus aux variations de température constituent pour ainsi dire un thermomètre géologique.

L'Orthodiagraphe. — L'appareil appelé ainsi a été récemment créé par la Société générale d'Électricité (A. E. G.), de Berlin, pour remédier aux défauts observés dans les images organologiques obtenues au moyen des rayons X. L'image produite par une ampoule stationnaire ne donne pas, en effet, les dimensions réelles de l'objet, mais, abstraction faite de déformations plus ou moins importantes, le présente avec un agrandissement notable. Les rayons cathodiques, comme on sait, partent d'un point de l'ampoule et se propagent en ligne droite dans toutes les directions. L'image qu'ils forment sur l'écran phosphorescent ou la plaque photographique est une silhouette dont les contours correspondent aux points où les rayons tangents à la surface du corps rencontrent l'écran.

L'objet étant, dans tous les cas, placé entre l'ampoule et l'écran, on comprend aisément que la silhouette qu'il projette sur ce dernier est un agrandissement. Cet agrandissement est d'autant plus fort que le

¹ Voyez la Revue du 15 décembre 1904, t. XV, p. 4060.

rapport entre les distances qui séparent l'objet projeté du disque et de l'ampoule est plus grand.

Il n'y a qu'un moyen d'éviter ce défaut et d'obtenir l'image exacte, en grandeur et en forme, de l'objet projeté : c'est de disposer les choses de façon que les rayons qui effleurent le corps et produisent l'image soient parallèles entre eux et perpendiculaires à l'écran. C'est ce qui est obtenu dans l'orthodiagraphe en rendant l'ampoule mobile et solidaire dans son mouvement du crayon au moyen duquel on dessine le contour projeté.

L'orthodiagraphe permet aussi de constater la profondeur à laquelle un corps étranger est logé dans l'organisme. Il suffit de mesurer le diamètre apparent de l'objet lorsque l'ampoule est stationnaire, et de constater ses vraies dimensions au moyen de l'ampoule mobile. Soit A la longueur apparente, B la longueur réelle, C la distance entre le point cathodique de l'ampoule et l'écran, D la distance entre ce point et l'objet; l'équation :

$$D = \frac{B \times C}{A}$$

donne la distance exacte à laquelle le corps étranger se trouve de l'écran.

L'appareil se construit en deux modèles : l'un vertical (fig. 1), l'autre horizontal.

L'écran lumineux, qui porte le style à dessiner, est rigidement relié à l'ampoule par un cadre en U. Ce dernier est formé d'un certain nombre de sections articulées, qui permettent de placer l'écran dans toutes les positions par rapport au bulbe. Une tige partant de l'écran peut s'ajuster longitudinalement dans un manchon fendu placé à l'extrémité d'un tube parallèle à l'axe du style. Le tube est pourvu d'une partie télescopique, à l'extrémité avancée de laquelle peut coulisser un second manchon fendu. Ce manchon forme l'extrémité d'un bras qui se trouve, par là, perpendiculaire à la partie télescopique. La pince qui tient l'ampoule est reliée par une articulation à boule avec une partie qui peut se placer dans toutes les positions le long du bras mentionné plus haut.

Lorsque les parties sont convenablement ajustées, le point de propagation des rayons X doit se trouver dans le prolongement de l'axe du style. Pour permettre d'obtenir un ajustement tel que les rayons soient exactement perpendiculaires à l'écran, ce dernier se déplace dans un plan lorsqu'on fait mouvoir sa tige de

support longitudinalement dans le manchon fendu, et dans un plan perpendiculaire à celui-ci, en l'ajustant dans le porte-écran. En examinant l'ombre projetée sur l'écran par l'extrémité du style, l'opérateur se rend facilement compte de l'exactitude de l'ajustement.

Le déplacement parallèle de l'ampoule et de l'écran s'obtient par deux leviers pivotant l'un sur l'autre. Un levier supportant à l'une de ses extrémités le cadre en U est fixé à charnière à un second levier qui, à son tour, pivote sur une console disposée au sommet de la colonne portant l'appareil. Chaque levier est pourvu d'un contre-poids qui se meut sur son bras

extérieur et sert à maintenir l'équilibre des parties. La console porte, en outre, une tige à laquelle est attaché, par joint universel, le châssis à dessin. Ce dernier est disposé pour recevoir une feuille de bristol sur la surface de laquelle le stylet appuie légèrement sous l'effet d'un ressort. Si le dessin doit se faire directement sur la peau du patient, on enlève le bristol et on remplace le crayon du stylet par un dermatographe. Le châssis à dessin est pourvu de trois porte-crayons mobiles dans le plan de l'écran, ou dans celui du châssis à dessin; et pourvu d'échelles pour les deux coordonnées.

Cette disposition permet de constater la position exacte du sujet par rapport au rayon central et de rétablir

exactement cette position lors d'un nouvel examen. Un quatrième porte-crayon coulisse sur une échelle qui s'avance de l'axe étendu du levier de support inférieur.

Le système tout entier est mobile autour d'un pivot au sommet de la colonne de support et peut se caler dans toutes les positions grâce à un écrou fileté. Un levier de fixation peut, en outre, être saisi pour empêcher le système de descendre brusquement quand on desserre la vis de pression. La verticalité ou l'horizontalité exacte du système est indiquée par un cliquet à ressort.

La longueur de la colonne est telle qu'en faisant pivoter le système horizontalement autour de son axe, le châssis à dessiner vient se placer à une distance convenable au-dessus d'une personne étendue sur une table ordinaire de 75 centimètres de hauteur.

Cet appareil fonctionne avec succès dans plusieurs services radiographiques allemands.



Fig. 1. — Mode de fonctionnement de l'orthodiagraphe.

§ 4. — Chimie

La préparation du fer colloïdal. — D'après le procédé préconisé par M. G. Bredig, on produit des solutions colloïdales durables de certains métaux par leur pulvérisation cathodique au sein de l'eau. Les solutions de fer colloïdal ne sont, toutefois, durables que si la pulvérisation est faite au sein d'une solution gélatineuse. La gélatine, comme le fait remarquer M. H. Schmauss, qui décrit ce procédé dans un récent numéro de la *Physikalische Zeitschrift* (n° 16), agit comme colloïde protecteur. Or on peut obtenir deux solutions de fer colloïdal différentes : Celle qui provient de la pulvérisation des fils de fer dans une cuve plate et ouverte n'est autre que la solution bien connue, d'un jaune-rouge, qu'on produit autrement par la dialyse; lorsque, par contre, la pulvérisation est opérée dans un tube haut et étroit, on obtient une solution d'un vert intense. Tandis que la solution jaune-rouge semble être durable indéfiniment, la solution verte, surtout dans le cas d'une grande concentration du colloïde, se précipite facilement par l'agitation, etc. Lorsqu'on lance un courant électrique à travers la solution jaune rouge, le colloïde se sépare à l'anode, en raison de la convection anodique qui a lieu dans la gélatine, à l'inverse de la convection cathodique caractérisant les solutions aqueuses. D'autre part, la solution verte, où le colloïde se sépare à la cathode, se transforme progressivement dans la solution jaune lorsqu'on l'abandonne à elle-même à l'air libre.

La couleur respective des deux solutions suggérait l'hypothèse que la solution verte renferme $\text{Fe}(\text{OH})^3$ et la solution jaune-rouge $\text{Fe}^2(\text{OH})^6$. Or, les réactions chimiques sont venues vérifier ces hypothèses, en montrant l'accroissement de la molécule qui a lieu en même temps que l'absorption passe aux grandes longueurs d'onde.

Comme le colloïde vert porte une charge négative par rapport au dissolvant et le colloïde jaune une positive, la charge doit passer par zéro dans l'oxydation de FeO à Fe^2O^3 . Or, les colloïdes se coagulent avec une facilité toute spéciale à proximité du point « isoélectrique », ce qui concorde parfaitement avec la facilité de précipitation mécanique qu'on observe sur la solution verte.

§ 5. — Sciences médicales

Le Congrès international de la Tuberculose (Paris, 2-7 octobre 1905). — Le 2 octobre s'ouvrirent à Paris, au Grand-Palais, les « Assises internationales » de la tuberculose.

Le Congrès s'annonce comme devant avoir un grand succès. La séance solennelle d'ouverture se tiendra, à 2 heures, sous la présidence effective de M. le Président de la République, en présence de nombreux délégués français et étrangers, choisis parmi les plus hautes notabilités du monde scientifique, et des représentants de la philanthropie, de la bienfaisance, de la mutualité, de l'économie sociale et de l'hygiène.

Trente-trois pays ont répondu à l'appel de la France en organisant autant de « Comités nationaux », chargés d'élaborer les « Cahiers généraux » de leur patrie.

Le territoire français a été divisé en « Comités régionaux », qui, de même, apporteront au Congrès les « doléances antituberculeuses » de leurs populations, ravagées par le bacille de Koch.

Le Congrès se divise en quatre sections : Pathologie médicale (sous la présidence du Professeur Bouchard); Pathologie chirurgicale (président : Professeur Lannelongue); Préservation et assistance de l'enfant (président : Professeur Grancher); Préservation et assistance de l'adulte (sous la présidence double du Professeur Landouzy et du sénateur Paul Strauss).

Le jeudi 3 octobre est réservé, en entier, aux *excursions hors de Paris*, dans les établissements d'assistance, de bienfaisance, d'hygiène, d'art vétérinaire, etc., qui demanderont au Congrès de figurer sur son pro-

gramme. Villepinte, Ormesson, Angicourt, Bligny, l'École d'Alfort, Montigny-en-Ostrevent, le Préventorium Emile-Roux de Lille, Berck-sur-Mer, le Sanatorium pour enfants de Saint-Pol-sur-Mer, Zuydcoote (Nord) sont, dès à présent, désignés aux excursionnistes.

À Paris, les visites dans les dispensaires, hôpitaux, établissements d'hygiène sociale, Institut Pasteur, œuvres de bienfaisance, stations de désinfection de la Ville, jardins ouvriers, jardins d'enfants, etc., seront réglées d'un commun accord entre les quatre sections et auront lieu les jours intermédiaires.

Le samedi 7 après-midi, séance de clôture, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne : discussion et vote des vœux proposés par les sections; discours des présidents de section; désignation, par l'assemblée générale, de l'année et du pays choisis pour le prochain Congrès international de la Tuberculose.

La cotisation de membre titulaire est de 25 francs.

Alimentation des campagnes en eau potable.

— Dans un article paru tout récemment¹, M. Le Couppey de la Forest fait ressortir l'intérêt qu'il y a, en tout état de choses et principalement quand il n'existe pas d'adduction d'eau publique dans les communes rurales, à mettre l'habitant des campagnes en garde contre la pollution des nappes souterraines et de lui enseigner comment il doit disposer ses fumiers afin de ne contaminer ni les puits, ni les sources. Il importe également d'engager toutes les communes rurales, qui n'ont point d'adduction d'eau acceptable au point de vue hygiénique, à faire de nouvelles adductions, en leur montrant tous les avantages, aussi bien hygiéniques que financiers, que leur accordent les dernières lois et circulaires. Enfin, et surtout, il importe, au moment de l'établissement d'un projet de double adduction pour une commune rurale, de créer autour de cette prise d'eau une zone de protection suffisante et de capter les eaux par des travaux les prenant réellement dans leur gîte géologique. Il serait superflu d'insister sur l'importance de ces propositions qui, prises en considération, feraient diminuer, d'une façon considérable, la mortalité par maladies infectieuses dans les campagnes.

§ 6. — Enseignement

École Polytechnique. — Les nominations suivantes viennent d'être faites dans le personnel enseignant de l'École Polytechnique :

M. Kœnigs, docteur ès sciences, professeur à la Sorbonne, répétiteur auxiliaire, est nommé répétiteur adjoint d'Analyse, en remplacement de M. Panlevé, nommé professeur de Mécanique et de Machines.

M. Bricard, ingénieur des Manufactures de l'État, répétiteur adjoint, est nommé répétiteur titulaire de Géométrie et de Stéréotomie, en remplacement de M. Piquet, nommé examinateur des élèves.

M. Fouché, agrégé de l'Université, professeur au Lycée Voltaire, est nommé répétiteur adjoint de Géométrie et de Stéréotomie.

Les candidats aux Écoles militaires.

— Il est intéressant de signaler la diminution constatée cette année dans le nombre des candidats aux écoles militaires. Cette diminution s'est surtout fait sentir à Paris, qui est le centre de préparation à ces écoles.

L'an dernier, on comptait à Paris 518 candidats à Saint-Cyr; ce chiffre est tombé, cette année, à 453, soit une diminution de 65.

Pour l'École Polytechnique, le nombre des candidats a également fléchi; il a été cette année de 606, au lieu de 647 l'an passé, en diminution de 41.

Par contre, on constate une légère augmentation dans le nombre des candidats à l'École navale, qui, de 99 en 1904, est passé à 106 en 1905.

¹ *Revue d'Hyg. et de Pol. Sanit.*, 1905, n° 5, p. 418.

LE RADIUM PEUT-IL DONNER LA VIE¹?

Les récentes lettres adressées à *Nature* par M. John Burke, sur ses expériences du Laboratoire Cavendish de Cambridge, ont remis à l'ordre du jour le problème de l'origine de la vie. On peut dire que ce problème était resté en sommeil depuis que Pasteur avait découvert l'ubiquité des spores microbiennes, et que Tyndall avait ensuite prouvé que, si, étant donné un milieu favorable, comme cette infusion de foin ou cette sorte de « thé de bœuf » que les biochimistes qualifient de bouillon de culture, on prend toutes les mesures voulues pour y tuer à la fois les microbes présents et, dans les spores de ceux-ci, les microbes futurs, il ne se produit plus aucun phénomène organique.

Il est vrai que le Dr Bastian a prétendu et prétend encore que les mêmes spores ne produisent pas toujours les mêmes organismes. Mais je doute qu'il soit disposé à en inférer que la vie peut sur-

gir spontanément de liquides stérilisés avec soin. Il a été accumulé contre une pareille hypothèse trop de preuves et de trop accablantes. Personne ne conteste plus que les liquides préparés pour le développement et le pullulement des organismes infimes désignés sous le nom de microbes peuvent être purifiés totalement de ceux-ci. Il suffit de les porter, pendant un temps plus ou moins prolongé, à une température relativement élevée. Et, si, à l'aide d'un tampon de coton ou d'un tube long et étroit, on les protège contre l'invasion de nouveaux microbes, il ne s'y manifeste plus aucun signe de vie, quelle que soit la durée de leur conservation.

Ce fut donc avec une forte tendance à l'incrédulité que le monde scientifique accueillit la communication de M. Burke. Il faut, d'ailleurs, s'empresser de reconnaître que celle-ci était faite avec modestie, et seulement après consultation de divers hommes de science, nous apprend la deuxième lettre à *Nature*, et après démonstration du phénomène à un grand nombre de personnes dans le Laboratoire Cavendish, ainsi que dans le Laboratoire de Pathologie générale de l'Université de Cambridge. Nous devons, par conséquent, supposer que ce fut à l'instigation même de ces autorités que M. Burke se décida à publier les résultats de ses travaux.

« Certains critiques, déclare-t-il d'autre part, ont avancé que les formes par moi observées pouvaient être identifiées avec les curieux corps obtenus par Quincke, Lehmann, Schenck, Leduc, et d'autres de nos contemporains immédiats, ainsi que par Rainey et Crosse il y a plus d'un demi-siècle. Mais je ne pense pas — autant que j'en puis juger pour l'instant — qu'il existe des raisons suffisantes pour imposer cette classification. »

Il est bon d'expliquer que les corpuscules dont il est parlé ici se produisent, dans certains cas, par cristallisation dans des solutions de gommés, et doivent, dans d'autres cas, leur origine à des phénomènes associés à la tension superficielle. On peut se faire une idée un peu grossière d'un spécimen de la seconde catégorie en observant des bulles de savon.

Le milieu employé par M. Burke était un bouillon stérilisé, à demi solidifié par l'addition de gélatine. Il le saupoudra d'infimes traces de radium. Quelque temps après, des corps microscopiques se montrèrent, dont les dimensions allèrent s'amplifiant, et qui semblèrent bourgeonner, mais qui, détail remarquable, étaient solubles dans l'eau.

¹ Le 20 juin dernier, une information sensationnelle fut lancée, qui émut fort le monde scientifique. On annonçait qu'un savant anglais venait de faire une découverte grâce à laquelle on allait peut-être connaître l'origine de la vie. Ce savant était M. John Butler Burke, un tout jeune homme qui, en plusieurs occasions déjà, s'était révélé comme voué à une carrière très brillante. Des expériences poursuivies par lui à Cambridge, dans le fameux Laboratoire Cavendish, lui avaient permis de produire des cultures offrant toutes les apparences de la vie. Il lui avait suffi de mettre en présence, dans une éprouvette, du bouillon stérilisé et du radium.

M. Burke, en rendant public le résultat de ses recherches, n'affirmait pas avoir fait œuvre positive de création. Il déclarait simplement avoir obtenu une substance douée des propriétés essentielles de la vie, et dont il était, par conséquent, impossible de nier en principe que ce pût être de la matière animée. Et il ajoutait que, si l'on arrivait un jour à reconnaître pour exactes les conclusions qu'il avait déduites de ses expériences, et auxquelles s'étaient rangées plusieurs personnes compétentes qu'il avait tenues au courant de ses observations, on devrait alors constater aussi que ces conclusions cadreraient à souhait avec la définition que Herbert Spencer a donnée de la vie.

On demanda immédiatement aux savants les plus éminents de la Grande-Bretagne ce qu'ils pensaient de l'espèce de prodige que M. Burke semblait avoir réalisé. Aucun d'eux ne s'était encore trouvé en mesure de contrôler par des travaux personnels les expériences en cause. Aussi se refusèrent-ils, tout comme il fallait s'y attendre, à exprimer une opinion catégorique. Lord Avebury répondit que tout jugement devrait être ajourné jusqu'à plus ample informé. Sir Olivier Lodge fut à peine moins réservé : « Il n'y aurait pas lieu de s'émerveiller, dit-il, si l'on réussissait tôt ou tard à provoquer en laboratoire un phénomène que l'on ne puisse éviter de considérer comme une génération spontanée ». Sir William Ramsay, pris de court par un interviewer, répondit : « Il se peut qu'il y ait là quelque chose, et il se peut qu'il n'y ait rien ».

Mais M. Burke a été amené depuis à décrire tout au long, dans la revue anglaise *Nature*, puis dans le *Daily Chronicle*, ses expériences et leurs résultats. Sir William Ramsay a estimé alors qu'il se trouvait fondé à émettre, au sujet des phénomènes constatés par M. Burke, les considérations qu'expose le présent article.

Je voudrais indiquer ici comment je crois possible de comprendre la production de ces corpuscules. Je tiens, cependant, à ce que l'on ne considère pas mes explications comme affirmatives, car je n'ai pas vu les « organismes » de M. Burke.

I

Le Professeur Rutherford et M. Soddy ont découvert, il y a peu d'années, que le pouvoir possédé par des composés de radium et de thorium de décharger l'électroscope est attribuable à l'émission d'un gaz auquel était appliqué le terme d'« émanation ». Il y a lieu de signaler, en passant, que, selon toute probabilité, la source de ce gaz ne doit pas être cherchée dans les composés du thorium, mais dans une substance beaucoup plus active, que contiennent peut-être tous ou presque tous les spécimens de thorium de commerce, substance à laquelle on a donné le nom de *Radiothorium*, et dont le Dr Hahn, attaché au Laboratoire d'University College, a récemment démontré qu'elle est plusieurs centaines de milliers de fois plus active — c'est-à-dire plus capable de décharger l'électroscope — que le thorium pur.

MM. Rutherford et Soddy ont trouvé que ces gaz ou émanations sont condensables à une température très basse et sans doute solidifiables, et que leur durée, leur vie si l'on veut, est relativement courte. C'est à peine si l'émanation du radium persiste au delà de quatre jours et demi, et l'émanation du thorium a presque totalement disparu en moins d'une minute. M. Rutherford a étudié ensuite, aux mêmes points de vue, les altérations de l'émanation du radium. Mais, si intéressante que soit cette catégorie de ses expériences, je ne saurais m'en occuper ici, car elle n'a aucun rapport avec mon sujet.

Il y a environ deux ans, M. Soddy et moi, nous avons isolé l'émanation du radium, nous l'avons séparée de tous autres gaz; nous avons mesuré le volume d'une quantité d'émanation produite dans un temps donné par un poids connu de bromure de radium, et nous avons constaté que ce gaz obéit, comme n'importe lequel des autres gaz, à la loi de Boyle, c'est-à-dire que son volume décroît proportionnellement à l'augmentation de la pression.

Nous avons aussi réussi à démontrer que, lorsque l'émanation est abandonnée à elle-même dans un tube barométrique, son volume décroît, au point qu'après cinq semaines environ, elle a presque totalement disparu. Si l'on chauffe alors le tube en question, un nouveau gaz se révèle; donc il faut bien admettre qu'il avait été absorbé, au cours de ces cinq semaines, par les parois de verre qui contenaient l'émanation. L'analyse spectrale a per-

mis d'identifier ce nouveau gaz : c'est l'hélium, un des gaz rares de l'atmosphère.

Durant la décomposition de l'émanation en hélium et autres gaz, il s'est produit un dégagement de chaleur considérable, ainsi que l'a démontré le Professeur Rutherford. M. et M^{me} Curie avaient, d'ailleurs, déjà établi que le radium émet continuellement de la chaleur, et M. Rutherford a prouvé encore que celle-ci était due, pour sa presque totalité, à l'altération spontanée de l'« émanation ».

Mais l'énergie en cause ne se manifeste pas exclusivement par des phénomènes thermiques. Il est, tout au moins, des cas où elle se traduit par une action chimique. L'émanation, dissoute dans l'eau, la décompose en ses gaz constituants, l'oxygène et l'hydrogène. Et il y a proportionnalité entre le degré de décomposition de l'eau et le degré d'altération de l'émanation. Au début, alors que celle-ci est récente, et, par conséquent, relativement abondante, la quantité des gaz libérés est comparativement considérable; puis, à mesure que l'émanation se raréfie, la décomposition se ralentit, une moindre quantité de gaz étant produite durant la même unité de temps.

La solution de l'émanation dans l'eau possède la curieuse propriété de coaguler l'albumine — le blanc d'œuf. On ignore la nature précise de la transformation ainsi déterminée. Toujours est-il que, l'émanation une fois mise en présence d'un liquide qui contient de l'albumine, — le sang, par exemple, — il se constitue dans ce liquide des « cellules » ultramicroscopiques. Le gaz en question se dégage, en effet, en molécules, peut-être même en atomes. Lorsque l'on injecte un peu de la solution sous la peau d'un être vivant, elle s'enveloppe d'une poche dont la paroi peut être qualifiée d'épaisse et dure, et se résorbe lentement dans l'organisme en observation. Ces phénomènes exigent, du reste, de plus amples études. Je regrette de n'avoir pas encore été en mesure de les approfondir davantage, mais je compte bien m'en occuper à nouveau.

II

Revenons maintenant aux expériences de M. Burke. Il me semble que certains des faits ci-dessus rappelés suggèrent une explication satisfaisante de la prétendue découverte.

M. Burke emploie du bromure de radium, solide, en fine poudre. Il en épargille quelques minuscules grains sur son bouillon gélatiné. Celui-ci n'étant qu'à demi solidifié, il est à peu près certain que les grains de bromure de radium s'enfoncent quelque peu au-dessous de la surface. Ils se trouvent ainsi dans les conditions voulues pour, en se dis-

solvant, décomposer l'eau, c'est-à-dire pour libérer de l'oxygène et de l'hydrogène en même temps que de l'émanation, laquelle reste mélangée à ces gaz. Il se forme de la sorte des bulles minuscules ou, plutôt, de dimensions microscopiques. Et l'action coagulatrice exercée par l'émanation sur l'albumine du milieu étudié fournit à chacune de ces bulles la membrane voulue pour qu'elles affectent l'aspect d'autant de cellules, si toutefois on peut comparer à une cellule un globule qui ne renferme que du gaz, ou, pour mieux dire, un mélange d'oxygène et d'hydrogène.

L'émanation qui se trouve également enclose dans cette espèce de poche continue à décomposer l'eau, puisqu'elle se diffuse à travers la paroi, et avec d'autant plus de facilité que celle-ci est naturellement humide. Cette diffusion n'est, cependant, pas assez rapide pour empêcher l'accumulation des gaz, et, par suite, l'éclatement de la bulle, — éclatement qui peut se produire sur plus d'un point. Les gaz qui s'échappent par ces crevasses entraînent avec eux un peu de l'émanation, qui les dote immédiatement d'une poche nouvelle, greffée sur la première. Il en résulte que celle-ci ressemble à une cellule de levure, et la seconde à un bourgeon, — étant bien entendu que le nombre des prétendus bourgeons est variable en raison de la manière dont s'est produit l'éclatement initial.

Et ce processus se réitérera nécessairement tant que le radium continuera à engendrer de l'émanation, c'est-à-dire ni plus ni moins que pendant des milliers d'années. Les « organismes » de M. Burke ont donc devant eux une belle perspective de longévité, et leur « bourgeonnement » presque perpétuel pourrait donner à bien des générations d'observateurs l'impression d'une merveilleuse activité des fonctions de reproduction.

Je n'ai pas été peu étonné d'apprendre de M. Burke, dans sa première lettre, que ses « orga-

nismes » étaient solubles dans l'eau. L'émanation ne coagule pas la gélatine; elle ne l'attaque d'aucune façon sensible. J'en ai fait l'expérience et je m'y attendais d'ailleurs. Il est possible qu'un peu de gélatine soit enclose avec les gaz dans la poche à paroi d'albumine coagulée. Lorsque l'utrécule est immergée dans l'eau, la gélatine qu'elle contient se dissout, et la prétendue cellule semble disparaître, sa paroi étant excessivement mince.

Il serait intéressant de savoir si M. Burke a essayé sur ses « organismes » les colorations usuelles en micrographie. Il est possible que l'albumine coagulée prenne mieux la teinture que la substance non coagulée, et que se révèle ainsi la véritable structure de ladite « cellule ».

III

Comme je l'ai dit en commençant, je ne prétends rien affirmer. Et, certes, je suis sensible autant que qui que ce soit à la séduction de l'hypothèse selon laquelle il serait possible de provoquer les phénomènes essentiels de la vie, en appliquant une forme quelconque de l'énergie à une substance semblable à celle qui constitue les organismes vivants et les éléments indispensables à leur développement. Mais l'on est bien obligé de rester sceptique, et l'explication que je viens de proposer me semble suffisante pour le cas en discussion. Il va, d'ailleurs, de soi que personne ne se réjouirait plus vivement que moi si l'on arrivait à me prouver que je me trompe¹.

William Ramsay,

Membre de la Société Royale de Londres,
Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris.

¹ Droits de reproduction réservés par l'Organisation Potentia.

LES TRAVAUX RÉCENTS DE MAGNÉTISME TERRESTRE DANS LA FRANCE CENTRALE

LE PRÉSENT ET LE PASSÉ MAGNÉTIQUES DES VOLCANS D'AUVERGNE¹

L'honneur que m'a fait le Ministère français de l'Instruction publique, en me chargeant d'une des conférences organisées à l'Exposition de Liège, se double pour moi d'un plaisir particulier. Sans invoquer les raisons personnelles qui m'ont amené, à diverses reprises, dans une ville que j'admire et que j'aime, je rappellerai seulement que, durant six semaines, au cours de l'été 1894, j'ai travaillé ici, dans les laboratoires de M. Eric Gérard et de M. Dwelshauwers-Déry. A cette époque, où nos Universités françaises se préoccupaient à juste titre de l'organisation de l'enseignement supérieur technique, je m'honore d'être un de ceux qui, dans des conférences et dans des écrits, ont signalé l'intérêt qu'il y avait, pour nous, à nous inspirer de l'exemple de la Belgique. Si nous avons en France, sur ce point, fait des progrès tels que ce que nous écrivions il y a dix ou quinze ans nous paraît aujourd'hui singulièrement injuste, il est une chose que je ne regrette point, pour ma part, d'avoir dit publiquement : c'est le bien qu'il faut penser des Universités belges, et tout spécialement de l'association et de la pénétration qui existe ici entre l'enseignement supérieur de la science pure et l'enseignement supérieur des sciences appliquées. Et je me plais à invoquer, à Liège, mon titre de professeur français, ancien élève de l'Université de Liège.

J'ai entrepris depuis quatre ans, dans le Massif central de la France, avec le concours de mes élèves et, avant tout, de M. Pierre David, un ensemble d'études de magnétisme terrestre, qui sont à peine ébauchées; telles qu'elles sont, elles nous ont donné déjà quelques résultats intéressants, dont les premiers ont été signalés par nous en de courtes Notes, dont d'autres, tout récents, sont encore inédits, et je me suis réservé le soin de vous les indiquer aujourd'hui.

I

Les méthodes d'étude des régions qui ne présentent pas ce que j'appelle d'énormes anomalies magnétiques sont aujourd'hui bien établies. Avec

les appareils de voyage Mascart-d'Abbadie, M. Moureaux a exécuté cette œuvre admirable qu'est la carte magnétique de la France, — œuvre complétée, pour le Sud-Ouest, par les travaux d'un savant qui compte ici de légitimes sympathies, mon collègue et ami M. Mathias. Et le grand travail de Moureaux se coordonne de la façon la plus heureuse à ceux qu'ont accomplis MM. Rücker et Thorpe pour les Iles Britanniques, et M. Niesten pour la Belgique.

Les anomalies rencontrées par ces savants sont de deux espèces :

D'abord les anomalies qui portent sur toute une région étendue, et y amènent une véritable torsion des lignes isomagnétiques : telles l'anomalie du bassin de Paris, qu'a révélée M. Moureaux, et la non moins curieuse anomalie du bassin de Bruxelles, qui apparaît sur les belles cartes de M. Niesten; mais, enfin, quand ces anomalies — à certains égards les plus intéressantes — comportent des écarts de déclinaison d'un demi-degré ou d'un degré, elles sont considérées comme extraordinaires; et, d'autre part, ce que j'appellerai les anomalies énormes, comme celles qu'ont signalées M. Moureaux en Corse, MM. Rücker et Thorpe sur les côtes occidentales de l'Écosse, dans l'île de Canna notamment, ou encore M. Meyer dans le Kaiserstuhl. Quelques-unes d'entre elles sont apparues si compliquées qu'elles comportent un examen beaucoup plus minutieux; telle est celle du Massif central de la France; et, à l'exemple de ce qu'avaient fait M. Palazzo et le Service météorologique et géodynamique d'Italie pour la Campagne romaine, on a pris le parti de les représenter sur les cartes magnétiques par des lacunes, — comme sur les cartes politiques de l'Afrique, du temps où j'étais écolier, on laissait en blanc les limites des territoires qui, alors, n'étaient à personne.

L'étude détaillée de pareilles régions exige l'emploi d'appareils de mesure à la fois moins précis et plus rapides. Nous avons fait, sur le sommet du Puy-de-Dôme seul, 159 mesures de déclinaison, presque autant de composante horizontale, enfin un certain nombre de mesures de composante verticale. Le résultat qui nous a frappés, dès nos premières mesures, est la rapidité de la variation des éléments magnétiques avec la distance : à l'est de la montagne, au haut de la pente

¹ Conférence faite à l'Exposition internationale de Liège, le 28 août 1905, sous les auspices du Ministère français de l'Instruction publique, et sous la présidence de M. Eric Gérard, directeur de l'Institut électrotechnique Montefiore.

qui regarde Clermont, la déclinaison magnétique atteint l'énorme valeur de $19^{\circ}42'$. A l'ouest, elle s'abaisse un peu au-dessous de 10° ; et l'on a ainsi une différence de 9° sur 250 mètres de distance. Si l'on se reporte aux nombres que donne M. Moureaux pour la grosse anomalie qu'il a trouvée en Corse, près de Bastia, on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'il s'agit, ici, d'une action perturbatrice autrement énergique, *tout en étant une action régulièrement distribuée*; car nous ne sommes pas en présence d'un de ces points isolés où il semble que la boussole devienne folle, de ces *punti distinti* des géophysiciens italiens, et qu'on rencontre sur les roches magnétiques aux points qu'a frappé la foudre : il s'agit bien de l'action d'ensemble d'une montagne entière, action dont il y a intérêt à se faire une idée sythétique pour essayer de l'expliquer.

Les mesures de déclinaison sont faites à la boussole d'arpenteur. On vise un point défini, le pic de Sancy au Sud-Ouest, ou la cathédrale de Clermont à l'Est. Quand on se déplace, on fait la correction nécessaire de parallaxe. Pour transformer l'instrument en appareil de mesure rapide de composante horizontale, on y adapte un petit support qui permet de faire agir sur l'aiguille mobile un barreau déviant. La boussole est employée comme boussole de sinus. On met le barreau sur son support et l'on tourne tout l'appareil jusqu'à ce que l'aiguille mobile reprenne une position normale au barreau fixe : ce barreau étant dirigé, par construction, suivant la ligne 0° - 180° du cercle divisé, on amène, par rotation de la boussole, l'aiguille sur la ligne 90° - 270° ; on retire alors le barreau; l'aiguille, désormais soumise à l'action de la Terre seule, prend une position intermédiaire. On a réglé la hauteur du support de telle manière que l'aiguille vienne toujours au voisinage de 45° . Il est facile de reconnaître, par un calcul aisé, qu'un champ perturbateur Nord-Sud de 1 centième de gauss, par exemple, produit, à partir de 45° , une déviation d'environ 3° , de même qu'un champ perturbateur Est-Ouest de même intensité produirait un écart de déclinaison de 3° .

L'appareil d'étude de la composante horizontale, ainsi réglé, mesure, en définitive, le champ perturbateur Nord-Sud avec exactement le même degré de précision que la boussole de déclinaison mesure le champ perturbateur Est-Ouest.

Nous avons reconnu que la composante horizontale au Puy-de-Dôme, au haut des pentes, est plus forte au Sud, et plus faible, au Nord, d'environ 15 millièmes de gauss sur la valeur moyenne, soit un écart de $7,5\%$ en plus ou en moins de la valeur normale.

Cette valeur normale est une valeur moyenne :

elle n'est pas prise au point culminant lui-même, occupé par une tour d'observation qui contient des pièces de fer; au voisinage immédiat se trouvent des câbles de paratonnerres, qui vont, non loin du pied de la tour, s'enfoncer en terre. Les courants intenses qui ont conduit dans le sol l'électricité apportée par de trop fréquents coups de foudre ont aimanté fortement et irrégulièrement les roches avoisinantes, au point que, dans un rayon d'environ 20 mètres autour de la tour, on n'a rien de constant ni de net. Mais l'ensemble de ces pôles purement locaux n'exerce pas d'action au dehors d'un cercle central de 20 à 25 mètres, et au delà, dans l'espace compris entre ce cercle et un autre de 100 à 150 mètres de rayon, on peut dire que l'on a un vecteur perturbateur centripète, d'intensité proportionnelle à la distance au centre commun. On a donc en haut de la montagne un pôle Sud, mais non un pôle Sud étroitement localisé; c'est un pôle Sud résultant d'une action d'ensemble.

Une étude minutieuse, point par point, nous permet d'être sur ce point très affirmatifs. M. Meyer a signalé dans le Kaiserstuhl un sommet qui est un pôle Nord; pour mettre hors de doute ce résultat, et bien établir qu'on n'a pas à faire ici à un point frappé de la foudre, il nous paraîtrait indispensable de multiplier les mesures, et c'est ce que nos méthodes nous ont permis sans grandes difficultés.

Un pôle Sud est celui qui se développerait naturellement au sommet d'une colonne verticale de matière susceptible d'aimantation. Est-il dû, en l'espèce, à une aimantation actuellement induite par la Terre, comme celle que présenterait une pièce de fer doux? Est-il dû à une aimantation permanente comme celle de l'acier? Nous ne croyons pas que la question ait été, jusqu'ici, posée à l'occasion du magnétisme d'une montagne qui ait fait l'objet d'une étude aussi détaillée. Mais le problème, en général, n'a pas laissé de préoccuper les physiciens, bien que trop souvent, à vrai dire, on admette implicitement que des bancs ou des couches de roches contenant des oxydes de fer devront avoir une *aimantation de corps doux*, et qu'on calcule leur influence perturbatrice, connaissant leur coefficient de susceptibilité, comme si elles subissaient uniquement l'action inductrice *actuelle* du champ terrestre.

Parmi les travaux des physiciens allemands qui ont étudié les roches magnétiques, je signalerai, à côté des recherches classiques de Abt, un intéressant travail de Poekels. Ce savant a soumis à divers champs magnétiques plusieurs échantillons de basalte, notant, pour chacun d'eux, leur teneur en magnétite; il a reconnu que la susceptibilité, variable pour chaque échantillon avec l'intensité

du champ, croit en général d'un échantillon à l'autre, avec la teneur en oxyde de fer, sans lui être cependant proportionnelle. Mais l'une de ses conclusions est que l'aimantation prise par ces roches, sous l'action du champ terrestre actuel, ou conservée par elles sans altération, après avoir été produite par un champ antérieur de même intensité, ne saurait suffire à rendre compte des actions perturbatrices exercées par la présence de ces roches sur le champ terrestre à leur voisinage. Quoi qu'il faille penser de cette conclusion en général, nous pouvons dire que le Puy-de-Dôme nous offre, au contraire, un bon exemple d'explication d'anomalies magnétiques par le magnétisme des roches de la montagne.

La domite est une roche acide, friable, qui contient environ 4 % d'oxyde de fer, dosé comme sesquioxyde. Si on entaille, dans la montagne, des fragments cubiques, suivant les méthodes générales que nous avons adoptées et sur lesquelles je reviendrai, on trouve que ces fragments sont aimantés. Ils agissent sur le barreau mobile du déclinomètre. La composante verticale de leur aimantation est toujours dirigée de haut en bas. Et l'intensité de cette aimantation, légèrement variable d'un échantillon à l'autre, est de l'ordre

de grandeur de $\frac{1}{150.000}$ de celle de l'acier fortement aimanté. Cela impliquerait, si l'aimantation a été due à l'action d'un champ de 4 dixièmes de gauss, une susceptibilité de 0,007, nombre tout à fait comparable avec ceux qu'a obtenus Pockels pour des teneurs analogues en fer. Or, nous allons voir que cette susceptibilité suffirait, pour une roche douce, à produire, sous l'action inductrice actuelle de la Terre, l'énorme perturbation du Puy-de-Dôme; ou bien encore qu'une aimantation permanente verticale, égale dans toute la montagne à celle que nous avons directement constatée sur des fragments, suffirait également à justifier l'anomalie qui résulte des mesures de déclinaison et de composante horizontale.

A coup sûr, il serait désirable du pouvoir faire le calcul complet de la distribution de l'aimantation induite sur une montagne ayant la forme réelle du Puy-de-Dôme. Mais, dans une première et grossière approximation, nous pouvons l'assimiler à un cône à axe vertical et arête inclinée à 45°, terminé par une calotte sphérique qui lui est tangente suivant un parallèle de 45°. Dans un champ vertical, la sphère prendra une aimantation avec pôle Sud sur sa surface supérieure. Et l'on voit sans peine que la composante horizontale du nouveau champ magnétique, dû à cette aimantation, est constamment centripète, et présente sa valeur maximum précisément sur le parallèle de 45°, suivant lequel la

sphère se raccorde au cône tangent. Et c'est bien, en effet, auprès du bord même de la pente, qu'on trouve à l'Est le maximum de déclinaison, et au Nord et au Sud le minimum et le maximum de composante horizontale; à l'Ouest, la forme est plus irrégulière et le résultat plus compliqué. Et la valeur maximum du vecteur perturbateur centripète, que les mesures de déclinaison et de composante horizontale concordent à fixer à environ 15 millièmes de gauss, est celle qui correspond au pôle donné par une aimantation de 0,0024, alors que la mesure de l'intensité sur les fragments de domite examinés nous a donné pour l'aimantation verticale 0,0027. On ne peut guère souhaiter un accord plus rigoureux. Si l'explication est exacte, elle comporte une contre-épreuve. On doit trouver sur tout le sommet un excès de la composante verticale de l'ordre de 2 centièmes de gauss. Quelques mesures faites avec un appareil spécial que nous avons employé, mais qui est encore à l'étude, nous donnent bien, en effet, pour la valeur de la composante verticale au sommet, un excès d'environ 5 % sur la valeur au pied de la montagne.

Tout nous permet donc de conclure que la perturbation énorme, et nous nous permettons de dire insoupçonnée avant nous, — une mesure isolée avait même donné un nombre peu différent de la valeur normale, — que présente une montagne de domite, s'explique suffisamment par l'aimantation verticale induite dans la roche, soit actuellement, soit autrefois, par le champ vertical terrestre.

La forme de la montagne donne, sans qu'il soit besoin d'entrer dans plus de détails, une prépondérance presque exclusive à la composante verticale du champ sur les composantes horizontales: et, dans une première approximation, il est légitime de s'en tenir à l'effet de la première. Il est bien clair qu'un examen minutieux de tous les détails de la distribution du champ sur les flancs de la montagne devra comporter l'étude des effets secondaires dus à l'aimantation horizontale.

Une exploration sommaire de montagnes voisines nous a donné des résultats qui paraissent analogues; mais il est certain que des légions de travailleurs et de longues années seront nécessaires avant qu'on ait pu mener à bonne fin l'étude magnétique de notre Auvergne.

II

J'aborde l'exposé de la seconde série de nos travaux, à savoir: nos essais pour reconstituer la direction du champ magnétique terrestre aux époques géologiques.

Avant d'aborder la très belle série de recherches

qu'il a poursuivies sur les vases antiques de terre cuite, le savant italien Giuseppe Folgheraiter avait consacré plusieurs Mémoires à l'étude de l'orientation, de l'intensité et de l'origine du magnétisme permanent dans les roches magnétiques du Latium. Selon Folgheraiter, Melloni est le premier à avoir émis l'opinion que les laves du Vésuve doivent leur aimantation à l'action inductrice du champ terrestre pendant leur refroidissement. Folgheraiter s'est attaché surtout à se rendre compte du signe de l'aimantation de diverses roches volcaniques (basaltes, tufs) dans le sens vertical. Il découpe des baguettes prismatiques très allongées dans le sens vertical, ou bien encore dans la direction de l'aiguille d'inclinaison actuelle. Il a trouvé, dans une centaine d'échantillons examinés, invariablement un pôle Sud en haut et un pôle Nord en bas, *sans aucune exception*. Mais la méthode même qu'il adopte ne lui a pas fourni l'occasion d'étudier la direction de la composante horizontale de l'aimantation : laissant ce problème de côté, il s'est attaqué à cet autre, bien intéressant aussi, qui consiste à chercher le rôle des transformations chimiques dans l'acquisition de l'aimantation permanente. C'est ainsi qu'il a trouvé que certaines roches formées de poussières ou de cendres agglomérées, les *pépérines*, ne présentent à l'état naturel qu'une très faible aimantation rémanente, tandis qu'elles acquièrent une aimantation rémanente stable, comparable à celle du tuf et du basalte, si l'on vient à les cuire. Et il en est de même de l'argile ferrugineuse, que la cuisson transforme en brique. La cuisson a pour conséquence, semble-t-il, une réaction chimique qui modifie les sels de fer de la roche, et transforme des sels non magnétiques en sels magnétiques.

Ce rapprochement de l'argile et des roches volcaniques formées de poussières agglomérées a conduit Folgheraiter à reprendre l'étude des propriétés magnétiques de la brique, propriétés déjà signalées par Melloni, et qui avaient encore fait l'objet, de la part de plusieurs physiiciens, de diverses observations isolées.

Le résultat capital est que l'argile cuite est un corps doué d'une force coercitive pour ainsi dire absolue. L'argile qu'on a cuite dans un champ de quelques dixièmes de gauss doit être chauffée ensuite à des centaines de degrés, ou soumise à des champs magnétiques très intenses, pour que son aimantation permanente éprouve une variation sensible. Si aucune de ces deux conditions n'est remplie, elle garde indéfiniment l'aimantation induite durant la cuisson, et celle-ci a pour direction la direction même du champ magnétique dans lequel la cuisson a été faite.

A ce résultat d'expérimentation contemporaine,

on peut trouver ce qu'il est permis d'appeler une vérification historique. Dans la Campagne romaine ou dans la Toscane, nombreux sont les points où les fouilles archéologiques ont mis au jour un puits rempli de fragments de poterie; ces morceaux brisés, gisant pêle-mêle, sont ainsi restés orientés en tous sens, durant plusieurs siècles. Si on les examine un à un et qu'on arrive à reconstituer les vases que formait leur ensemble, on reconnaît que la direction de l'aimantation est bien la même pour tous les débris *remis en place*. Elle varie, au contraire, de la plus irrégulière façon dans les morceaux tels qu'ils gisaient dans la fouille. C'est donc que le champ terrestre, bien qu'ayant agi durant de longs siècles, dans le même sens, sur ces débris enfouis en tas, n'a pas réussi à orienter uniformément leur aimantation, et n'a pas changé cette aimantation depuis l'époque de la fabrication des poteries.

Un mur de brique ancien donne un résultat identique. Les briques successives ont des aimantations variables de l'une à l'autre et tout à fait indépendantes. Folgheraiter indiquait, dans une note incidente, que des murs de tuf ou de basalte pourraient donner lieu à la même remarque. Mon collaborateur David avait eu l'occasion, sans connaître cette note, de donner du même fait une preuve brillante : Lorsque les fouilles reprises, il y a trois ans, au sommet du Puy-de-Dôme, sous la direction de M. Ruprich-Robert et de notre collègue M. Audolent, eurent mis au jour, sur le flanc Est de la montagne, un mur gallo-romain en petit appareil, parfaitement conservé, et formé d'une série de blocs de scories et de tufs, M. David a vérifié que les diverses pierres juxtaposées étaient aimantées, et que la direction variait de l'une à l'autre, sans aucune régularité.

Mais il a fait mieux : portant alors son attention sur les magnifiques dalles rectangulaires de domite qui forment le dallage du temple de Mercure Dumias, M. David a étudié avec soin leur direction d'aimantation. Découpant, dans une série de quatre dalles, juxtaposées des échantillons cubiques, comme nous l'avions fait dans nos recherches antérieures sur la brique naturelle, il a mesuré au déclinomètre les composantes du moment magnétique suivant les trois directions rectangulaires Nord-Sud, Est-Ouest et verticale. La connaissance de ces trois composantes permet de déduire la direction de l'aimantation dans la dalle, telle qu'elle est, et d'avoir ce qu'on pourrait appeler la déclinaison et l'inclinaison magnétique de la dalle en place.

Les résultats sont les suivants :

Deux échantillons cubiques pris aux deux coins opposés d'une même dalle ont exactement la même

direction d'aimantation : chaque dalle est aimantée uniformément.

Si l'on compare les quatre dalles, les déclinaisons magnétiques varient de l'une à l'autre d'une manière quelconque.

Les inclinaisons, au contraire, sont identiques. C'est évidemment que les ouvriers qui ont taillé ces dalles dans le rocher les ont débitées dans un même banc horizontal préalablement dressé. Dans ce banc, ils ont, ensuite, découpé des rectangles dont les arêtes, loin d'être parallèles, étaient choisies chaque fois de manière à utiliser au mieux les parties du banc qui n'avaient ni cassure, ni éclat.

L'inclinaison magnétique, ai-je dit, est la même dans ces quatre dalles en place. Je me trompe : pour l'une d'elles, l'angle avec la verticale a bien la même valeur absolue que pour les autres, 54° environ, mais il est changé de signe. C'est le pôle Nord qui est en haut et le pôle Sud en bas. L'explication est simple : les ouvriers qui ont amené la pierre l'ont retournée avant de la mettre en place. Notre déclinomètre nous renseigne aujourd'hui sur la façon dont les ouvriers gallo-romains taillaient et plaçaient les dalles d'un temple, il y a plus de deux mille ans. Le magnétisme terrestre essaie ainsi de rendre à l'Archéologie les services que l'Archéologie lui a rendus.

C'est, en effet, l'Archéologie, en la personne des possesseurs de collections ou des directeurs de musées, qui a mis à la disposition de Folgheraiter des poteries étrusques ou pompéiennes bien datées, et lui a permis de suivre les variations de l'*inclinaison magnétique* depuis le VII^e siècle avant Jésus-Christ jusqu'à l'empire romain. Si les vases de terre cuite ont gardé la direction d'aimantation du champ magnétique où ils ont été cuits, si, par ailleurs, la forme de ces vases, et surtout de l'orifice supérieur, impose, sans que le doute soit permis, la cuisson en position verticale, il devient possible de déduire, de l'aimantation du vase et de sa forme, l'angle que faisait avec la verticale, à l'instant de la cuisson, la direction du champ terrestre.

Tel est le principe de la méthode de Folgheraiter. On se rendra compte de la difficulté de ces recherches si l'on veut bien songer, d'abord, que l'aimantation de la brique est toujours faible (elle atteint rarement $\frac{1}{200.000}$ et peut descendre au-dessous de 1 millionième de l'aimantation d'un bon acier), et ensuite que le calcul qui permet de conclure de l'aimantation dans un vase orné et de forme dissymétrique à l'aimantation du champ ne peut être qu'approché et peut toujours laisser subsister quelques doutes dans l'esprit. Hâtons-nous de dire que l'un des résultats auxquels Folgheraiter attache, avec raison, le plus de

prix, à savoir le changement de signe de l'inclinaison entre l'époque primitive de l'art étrusque et la fin de l'empire romain, pourrait être l'objet d'une vérification plus directe, n'impliquant aucun calcul délicat. Quels que puissent être les ornements d'une amphore ou d'une urne, si elle a été cuite dans un champ terrestre ayant le pôle Nord en haut, elle doit présenter du côté de l'ouverture une aimantation Nord et une aimantation Sud du côté du pied ; c'est le contraire de ce que présentent, sans ambiguïté, les vases des époques postérieures ; c'est aussi le contraire de ce que nous ont montré ceux des vases trouvés au Puy-de-Dôme que nous avons eu l'occasion d'examiner, et qui portent quelques-unes des marques de fabrique, jadis célèbres dans la Gaule entière, des potiers de Lezoux.

Par malheur, si l'aiguille aimantée, à l'époque où florissait en Etrurie la céramique, était inclinée à l'inverse de l'aiguille actuelle, elle était certainement très peu inclinée. Plusieurs des vases étudiés par Folgheraiter donnent à peine quelques degrés d'inclinaison ; un seul, du Musée de Florence, atteint 14°. Et l'on conçoit que ces nombres laissent quelques hésitations dans l'esprit, si l'on songe que les essais de Folgheraiter sur les aiguilles verticales de roches volcaniques semblaient impliquer la persistance d'une inclinaison positive, si l'on songe encore que des spécialistes en magnétisme terrestre, comme le physicien suédois Carlheim-Gyllenskiöld, qui a si heureusement appliqué la boussole à l'exploration des mines de fer de Laponie, sont conduits, par l'ensemble de leurs travaux, à conclure que, dans la région du globe qui est devenue notre Europe, l'inclinaison à aucune époque n'a dû changer de signe.

Au cours de son travail, dont on peut bien dire qu'il a été l'un des plus originaux de la fin du XIX^e siècle, et qui a suscité des études ultérieures parmi lesquelles je dois une mention spéciale à celles de Paul Mercanton sur les poteries lacustres trouvées dans la région de Lausanne, — au cours de son travail, Giuseppe Folgheraiter formule un souhait : c'est que la découverte d'un effet accidentel, incendie de carrières d'argile, mise au jour d'un four de poterie avec pièces en place, fournisse un jour les renseignements qu'il n'a pu avoir sur la déclinaison magnétique dans l'Antiquité, et permette, pour l'inclinaison, de conférer à ses conclusions la certitude que donne la prise même sur le fait.

C'est ce souhait que nous pensons avoir réalisé par l'étude magnétique de la *brique naturelle* qu'ont produite des coulées de lave en venant s'épandre sur des couches d'argile.

La comparaison de la direction d'aimantation

dans cette argile métamorphique et dans la roche qu'a donnée la lave par solidification, comparaison faite en *déclinaison* et *inclinaison*, nous a permis de conclure, de la stabilité d'aimantation de l'argile cuite, à celle de la lave solidifiée elle-même, et nous a autorisés à penser que l'étude générale et systématique de la direction d'aimantation des *roches éruptives en place*, sans constituer à elle seule une méthode toujours sûre, pourrait apporter aux géologues un précieux moyen de vérification et de contrôle.

Au cours d'une excursion faite en 1901 en compagnie de notre collègue et ami M. Glangeaud, l'éminent géologue nous montra un phénomène sur lequel il avait déjà appelé l'attention : l'existence d'une couche horizontale d'argile métamorphique, sous une coulée de lave basaltique : une tranchée de route avait mis au jour la superposition des bancs de basalte et de brique; à partir du basalte, en allant vers le bas, on passe, par transitions insensibles, de l'argile bien cuite et bien rouge à l'argile crue, molle et d'un blanc sale. Dans cette première coulée examinée, c'est jusqu'à 80 centimètres environ au-dessous de la lave qu'on a vraiment de la brique; mais la brique prélevée là, tout près du village de Boisséjour, était trop mêlée de fragments de pierre charriés par le fleuve de lave, et surtout trop friable et trop difficile à tailler, sans doute à cause de la proportion trop forte de craie, pour pouvoir donner des résultats bien nets. Il nous fut seulement possible d'en détacher des morceaux et de reconnaître, par un examen effectué avec M. David à la Faculté de Clermont, entre une heure et cinq heures du matin, — à l'heure où les tramways électriques ne marchent pas, — que les fragments examinés avaient bien les caractères d'aimants permanents.

Depuis lors, nous avons installé nos appareils au sommet du Puy-de-Dôme, à l'Observatoire. Nous n'y sommes pas encore troublés par les tramways électriques, et probablement nous ne le serons jamais, si, comme la chose paraît aujourd'hui décidée, on fait grimper jusqu'au sommet un chemin de fer à vapeur, — procédé que déclarerait volontiers barbare le philosophe scientifique affligé de voir l'homme imprévoyant accélérer, dans notre pauvre monde, la dégradation de l'énergie, — mais procédé qui réjouit le géophysicien occupé de magnétisme terrestre et que hantait le spectre du « courant vagabond ».

Nous nous servons d'un déclinomètre Mascart, observé par la méthode subjective; nous plaçons à côté et tout contre l'appareil le caillou cubique à examiner, disposé, par rapport au déclinomètre, dans celle des deux positions de Gauss qui donne une déviation double de l'autre.

Laissant le cube occuper le même volume dans l'espace, on le tourne de manière à lui faire prendre successivement les 24 positions possibles. Par exemple, on placera d'abord l'axe Nord-Sud perpendiculaire au barreau mobile, le cube reposant sur la face qui était la face inférieure quand il était en place dans le roc. Puis, l'axe Nord-Sud gardant la même direction, et la face Nord restant tournée vers le déclinomètre, on fait tourner le cube autour de cet axe Nord-Sud, quatre fois de suite, de 90°; ces rotations ne doivent pas faire varier la déviation du barreau mobile, car l'axe Nord-Sud reste seul en jeu. Et c'est bien ce que l'on constate, mais à la condition expresse que le cube soit bien homogène, et qu'il soit bien symétriquement placé. Il y a là une vérification indispensable. S'il advient qu'il n'y ait pas égalité rigoureuse entre les déviations obtenues dans les quatre cas, on fera la moyenne des quatre lectures. On opérera de même pour les six faces du cube. Après l'essai complet, on reprend toujours la première face examinée, pour éliminer toute cause extérieure de perturbation. La différence des lectures faites avec la face Nord et avec la face Sud mises contre l'instrument donne la composante Nord-Sud du moment magnétique. On prend de même les composantes Est-Ouest, et verticale du haut en bas. Les rapports de ces trois nombres donnent la déclinaison et l'inclinaison de l'aimantation permanente de la pierre.

Si l'on veut, en outre, l'intensité d'aimantation, on met successivement à la même distance la pierre cubique à examiner et un barreau aimanté connu, — par exemple un barreau servant couramment à la mesure de la composante horizontale du champ terrestre.

Comment taillons-nous nos pierres? Il nous arrive souvent d'y briser nos burins et nos marteaux, et de ne pouvoir enjamer certaines laves très basiques d'une dureté désespérante, ou encore de nous heurter à des bancs de brique qui s'effritent et tombent en poudre dès que l'outil veut les attaquer. Mais là n'est pas la question.

Nous commençons par dresser, au niveau, dans la roche, une face bien horizontale. On y trace aussitôt, à l'aide d'une boussole de poche, la direction actuelle de l'aiguille aimantée, et l'on indique, par une flèche, le Nord magnétique. On prend la précaution complémentaire de dresser, au fil à plomb, toujours avant d'avoir détaché le bloc du rocher, une face verticale, qui sera, par exemple, perpendiculaire à la direction du méridien magnétique actuel : ce sera, suivant la disposition du bloc, la face Nord ou la face Sud. Cela fait, on détache un bloc plus gros que celui qu'on veut garder, mais qui peut être informe, et qu'on achève de tailler en cube à l'atelier, mais sans faire aucune

retouche aux deux faces dressées sur place. La seule marque qu'il porte est une flèche tracée sur la face horizontale supérieure, et dirigée vers le Nord magnétique actuel.

Pourquoi, nous a demandé M. Folgheraiter, choisir la forme cubique, au lieu de la forme de baguette allongée? C'est précisément que, pour avoir la déclinaison et l'inclinaison, nous voulons avoir les trois composantes de l'aimantation, et qu'il ne faut pas songer à faire les mesures de ces trois composantes en trois échantillons différents, sur trois baguettes diversement orientées; car, en des points voisins, on peut avoir des intensités très différentes: avec la brique, il suffit de quelques centimètres de distance en profondeur pour faire varier, parfois du simple au quintuple, l'intensité totale d'aimantation, sans que toutefois la direction soit modifiée sensiblement.

Nous avons une vérification *a posteriori* de la correction de notre méthode. Il nous arrive, ayant dressé la face horizontale supérieure, de dresser des faces verticales NE, NW, SW et SE, par exemple; et, les mesures une fois effectuées, ainsi que le calcul élémentaire qui permet de passer des composantes aux angles, de retrouver exactement la même direction de l'aimantation par rapport au méridien que dans un cube voisin à faces verticales taillées N, S, E et W.

Remarquons qu'au degré de précision que comportent les mesures, et vu la faiblesse de l'intensité d'aimantation dans les échantillons les plus magnétiques, il est toujours permis de négliger la force démagnétisante.

Rendons-nous compte, sur un exemple, de ce degré de précision. Il augmente naturellement avec l'intensité d'aimantation du cube étudié. Dans le cas d'une brique de Royat, notée R.B.3, voici les trois composantes de l'aimantation :

$$\begin{aligned} NS &= + 0,4 \\ EW &= - 0,65 \\ HB &= - 2,4 \end{aligned}$$

L'unité choisie est ici la grande division de l'échelle divisée. La petite division de l'échelle, qui est dix fois plus petite, se lit encore très bien; mais la demi-petite division, et à plus forte raison le quart, se lisent plus malaisément. Et s'il arrive, comme c'est le cas pour certains échantillons, que la composante Nord-Sud soit $+0,05$ et la composante Est-Ouest $-0,05$, chacun de ces deux nombres, dont le rapport définit la déclinaison, ne peut être regardé comme déterminé qu'avec une erreur possible de près de 50%. Il ne faudra donc pas s'attendre à voir des échantillons aussi faiblement aimantés nous donner tous la même valeur de la déclinaison, à 1 ou 2° près. Mais, si nous trouvons,

malgré tout, que, dans les échantillons d'une même carrière, comme c'est le cas pour Royat, existe une composante horizontale dirigée vers l'Ouest magnétique du même ordre de grandeur que la composante dirigée vers le Nord magnétique; si, dans des briques de la carrière taillées à 45° du méridien, nous trouvons que la composante Nord-Est-Sud-Ouest est pratiquement nulle, la composante perpendiculaire étant notable: nous serons en droit de conclure que la déclinaison occidentale révélée par la brique est supérieure d'environ 45° à la déclinaison actuelle, sans toutefois que nous soyons scandalisés s'il arrive de trouver pour cet angle des valeurs variant de 40 à 60°.

Cela posé, les échantillons de briques venant de Royat, étudiés par M. David il y a déjà quatre ans, aussi bien que les échantillons nouveaux que j'ai taillés il y a quelques semaines, et étudiés en dernier lieu, nous donnent tous des déclinaisons occidentales supérieures à la déclinaison actuelle d'un angle compris entre 40° et 56°, et des inclinaisons voisines de 70°.

Et les échantillons de lave découpés dans la coulée supérieure qui a cuit l'argile donnent bien des déclinaisons et des inclinaisons comprises entre les mêmes limites. Il arrive toutefois, pour la lave, qu'on trouve, sur tel ou tel échantillon, une valeur s'écartant un peu de la limite: nous avons obtenu une inclinaison de 82°, comme s'il y avait une tendance à une stabilité d'aimantation un peu moindre dans la lave que dans la brique.

Le résultat d'ensemble, aussi bien pour la carrière de Royat que pour une autre carrière, choisie au bord de la route de Beaumont, n'en est pas moins net: *l'aimantation de la brique et celle de la lave supérieure ont même direction.*

A Beaumont, la déclinaison varie entre 7° et 13° à l'Est du méridien magnétique actuel, et l'inclinaison entre 56° et 60°.

A Royat, nous avons eu l'occasion de faire une contre-épreuve intéressante. L'argile, qui a été cuite sur sa face supérieure, repose, à sa partie inférieure, sur une autre couche de basalte, dont la direction, elle, est tout à fait différente: déclinaison ne différant que de 1° de la déclinaison actuelle, et inclinaison de 59°40'. Ce seul fait, semble-t-il, suffirait pour affirmer que la première coulée n'est pas contemporaine de l'autre, et que cette autre, la coulée supérieure, est contemporaine de la cuisson de l'argile.

Une autre carrière d'argile métamorphique, récemment examinée, m'a confirmé le résultat fondamental.

Elle m'a été signalée par M. Vinay, ingénieur des Ponts et Chaussées à Saint-Flour: elle se trouve près du pont de Pontfarcin, commune de Cezens,

dans cette région de la Planèze que recouvre une nappe presque horizontale, très étendue, de basalte des plateaux, et à une altitude de 1.020 mètres.

Cette argile cuite m'a donné, par contre, un résultat inattendu. Ici, la base supérieure des cubes, cube de brique ou cube de basalte, agit comme un pôle N. De même, la face S. des cubes agit comme un pôle N. En sorte que, si la direction d'aimantation nous donne fidèlement la direction du champ terrestre à l'époque de la coulée, nous pouvons dire qu'à cette époque, c'était bien encore le pôle, alors dirigé vers le Nord, qui était en même temps dirigé vers le bas, *mais ce pôle était le pôle opposé à celui qui prend aujourd'hui la direction Nord.*

Je ne vois pas ici quelle objection pourrait être faite. Les couches de basalte et de brique ont pu glisser. Elles n'ont pas été, à coup sûr, retournées sens dessus dessous, sans quoi la brique eût été trouvée au-dessus du basalte et non au-dessous. Et je ne vois pas qu'il soit possible de conclure autrement qu'en déclarant qu'à l'époque miocène, il y a eu certainement un moment où notre pôle Nord de maintenant était dirigé vers le haut.

III

Lors de la publication de nos premières Notes, il est arrivé qu'on nous ait demandé si nous pourrions parvenir ainsi à *dater* des phénomènes volcaniques dans le passé. Je ne le pense pas, et voici pourquoi : A supposer même, ce qui n'est pas le cas, ou du moins n'a pas toujours été le cas, que les variations séculaires de la boussole affectent une périodicité régulière, nous aurions l'*instant de la période* où l'éruption s'est produite : le *nombre de périodes* écoulées ne nous serait pas donné. On se souvient encore de ce curieux accident de chemin de fer qui se produisit à Paris, à la gare Montparnasse : Un train qui ne put s'arrêter à temps vint enfoncer la façade de la gare terminus, et, comme il y avait une différence de niveau, on vit la locomotive tomber d'un premier étage sur la place publique, en perçant la façade. Le train coupa les fils conducteurs qui distribuaient électriquement l'heure aux horloges de la gare, et, le lendemain, on pouvait lire sur ces hor-

loges, arrêtées à la même minute, l'heure exacte de l'accident. Si l'on eût retrouvé tout en l'état au bout d'un an, au bout d'un siècle, la vue de ce cadran et des aiguilles arrêtées nous eût bien donné la minute et l'heure, mais non la date de l'accident. De même, depuis les dernières éruptions volcaniques, au moins en Auvergne, les aiguilles des deux boussoles de déclinaison et d'inclinaison auraient eu le temps de tourner sur leur cadran plusieurs fois : savoir à quelle division de leur cadran l'éruption les a saisies ne nous apprend pas combien de tours elles ont fait depuis.

Est-ce à dire que le renseignement fourni soit à dédaigner? Non certes, et, pour continuer ma comparaison, le fait, pour un événement du passé, d'en avoir l'heure sans en avoir la date, pourra permettre à un historien avisé de tirer d'importantes conséquences. Il pourra dire, par exemple, de deux événements donnés, qu'ils ne sont pas, comme on l'a cru, simultanés; le géologue qui saura manier le déclinomètre pourra dire de même : deux coulées volcaniques ne sont pas contemporaines.

Il pourra se produire, enfin, cette circonstance que l'horloge présente une disposition relative des deux aiguilles des heures et des minutes qui ne nous apparaisse pas comme possible aujourd'hui. C'est, alors, qu'à l'époque de l'événement, la marche de l'horloge était autre que ce qu'elle est maintenant. C'est justement ce que nous donnent, selon moi, le basalte et la brique de Pontfavein; et le changement de signe de l'inclinaison magnétique en certains points de l'Europe et de la France, — changement que pouvaient faire pressentir certaines observations isolées d'anomalies magnétiques, que rendaient très probable les beaux travaux de Folgheraiter, — serait par là, à moins d'objections que je ne prévois point, établi avec certitude.

S'il en est ainsi, ce sera là un fait essentiel dont on devra tenir compte dans tous les essais qu'on pourra faire pour rattacher à la genèse et à l'évolution de notre système solaire l'origine et l'histoire du magnétisme terrestre.

Bernard Brunhes.

Directeur de l'Observatoire du Fay-le-Dôme.

APPLICATION DE LA MÉTHODE TECTONIQUE A LA MÉTALLOGÉNIE DE LA RÉGION ITALIENNE

Le travail suivant, où je vais essayer de grouper rationnellement les gîtes métallifères italiens et tenter d'interpréter leur distribution par la tectonique, a pour objet l'application de la méthode nouvelle, que j'ai préconisée ailleurs¹, dans une région relativement homogène et, en tout cas, bien localisée.

Cette méthode, dont je rappelle seulement le principe essentiel, consiste surtout à expliquer les uns par les autres tous ceux des gisements métallifères voisins que l'on peut supposer formés simultanément, en les considérant, quels que soient les métaux cristallisés, comme faisant partie d'un même ensemble et en cherchant leur lien avec les mouvements mécaniques du sol ainsi qu'avec les intrusions ignées.

On est amené ainsi à invoquer la profondeur de cristallisation originelle, ou du moins les conditions diverses de pression, de fumerolles, etc., qui ont pu équivaloir à cette profondeur de cristallisation, et à faire intervenir la distance entre le minerai considéré et la roche ignée dont on suppose celui-ci plus ou moins directement émané. Les lois auxquelles on se trouve conduit par là prennent donc un caractère de généralité, qui peut en faire le point de départ d'hypothèses intéressantes sur la constitution profonde du Globe. La région italienne m'a paru présenter un champ d'étude favorable, parce que les minerais semblent y appartenir tous à un même système tertiaire, amené, suivant les points, à différents niveaux d'érosion : plusieurs voyages successifs m'ont permis d'en examiner moi-même les principaux gîtes. En même temps que je développerai cette théorie principale, j'insisterai sur deux autres notions importantes, auxquelles la zone métallifère toscane, dont il va être spécialement question, fournit une illustration remarquable : à savoir le rôle en métallogénie des contacts, et spécialement des contacts par failles, entre terrains d'inégale perméabilité, et les caractères du métamorphisme superficiel sur les minerais sulfureux.

I

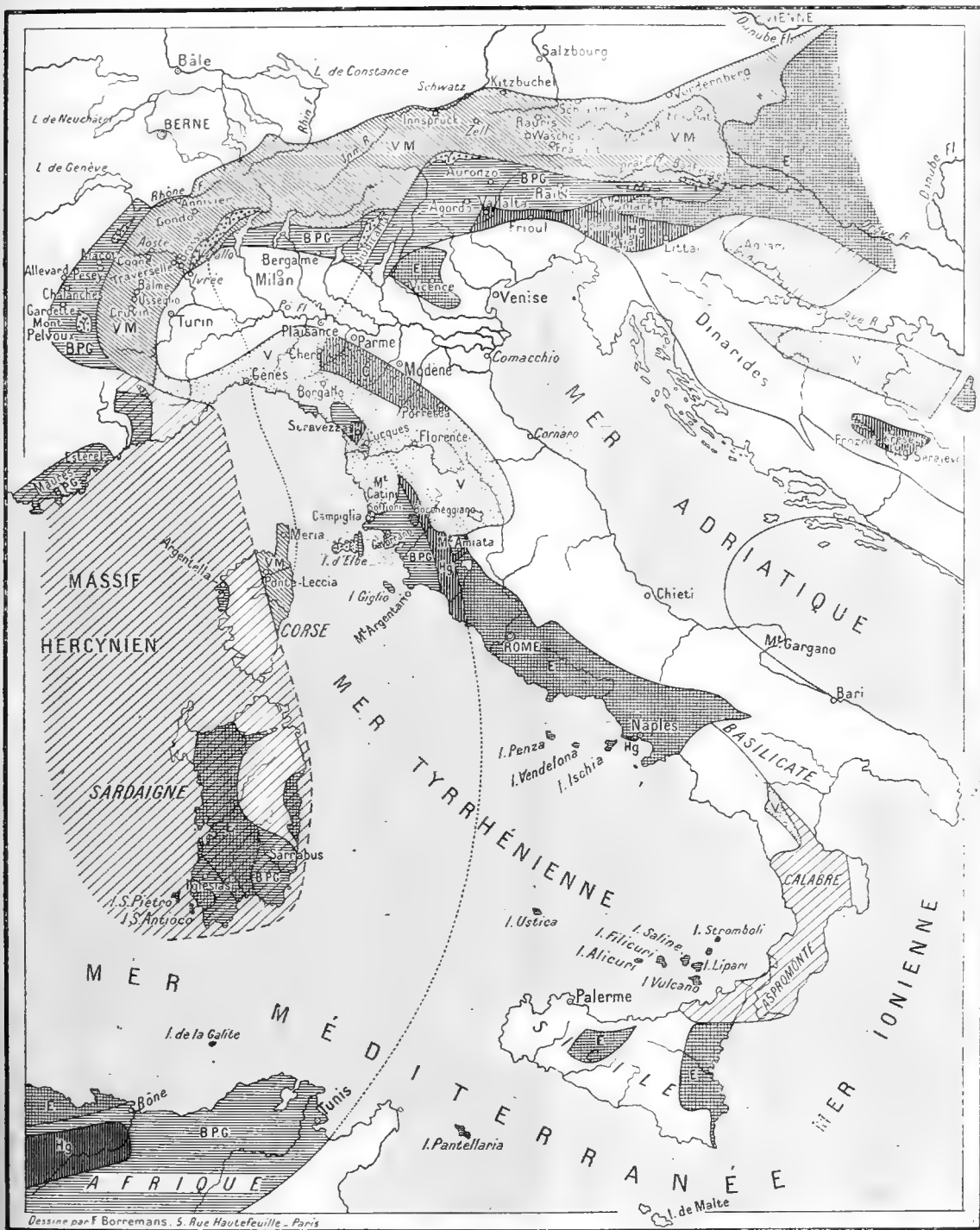
L'Italie, à laquelle je vais rattacher, pour l'unité du sujet, les régions contiguës de l'Autriche, de la Suisse et de la France, offre un assez grand nombre

de gîtes métallifères, mais en présente peu de bien importants industriellement, surtout si l'on est amené à laisser de côté la Sardaigne, qui fait partie d'un système tectonique tout différent et plus ancien. Minerais de fer de l'île d'Elbe, cuivre du district de Gênes ou de Monte Catini, pyrites cuivreuses des environs de Massa Marittima ou d'Agordo en Vénétie, calamines du Bergamasque, mercure du Monte Amiata, voilà les principales richesses minérales du pays. Et, sans doute, cette pauvreté est un peu l'effet d'un épuisement tenant à une très ancienne civilisation ; car on retrouve, en certaines régions, comme le Campigliese, le Massetan, le Frioul ou les Alpes, les traces d'importantes exploitations anciennes. Néanmoins, on peut remarquer aussi que les zones tectoniques où notre théorie nous fait prévoir l'existence de grandes métallisations, — par exemple les bords de massifs anciens tordus ou redислоqués et les parties un peu profondes des zones éruptives récentes, — sont rares en Italie. Nous savons, au contraire, que l'on trouve toujours peu de minerais dans la hauteur des grandes chaînes plissées comme les Apennins, où se manifeste un mouvement de compression et souvent un déversement latéral de l'écorce, ainsi que dans les régions trop superficielles à volcans actifs ou à cratères subsistants, comme la Campagne romaine et le pays de Naples, dans lesquelles le mercure est habituellement le seul métal arrivant au jour. Les Alpes, qui rentrent dans le cas des chaînes récemment plissées, sont, de leur côté, fort peu minéralisées, si ce n'est dans les zones axiales où l'érosion a déjà eu le temps de mettre au jour des facies cristallophylliens dus à un métamorphisme de profondeur, et les minerais que l'on observe là rentrent dans le cas des imprégnations sulfurées, particulièrement développées ailleurs dans des pays géologiquement beaucoup plus anciens, comme la Scandinavie ou le Canada, l'Afrique centrale ou le Brésil.

Quand on prend une carte géologique d'Italie et qu'après en avoir souligné, par un moyen graphique quelconque, les caractères principaux, on essaie d'y placer les gîtes métallifères, distingués eux-mêmes par groupes théoriques, on voit aussitôt apparaître, indépendamment de toute hypothèse, une certaine loi de répartition, qui ne saurait être purement accidentelle (fig. 1).

Cette carte, que j'appellerai métallogénique, montre d'abord l'absence complète de minerais

¹ *La Science géologique*, Paris, Armand Colin, 1903, ch. ix et xii.



LÉGENDE

Roches éruptives récentes.....	E	Zône du pétrole.....	C
Zône du mercure.....	Hg	Zône des roches vertes avec faciès métamorphiques, imprégnations sulfureuses et gîtes de ségrégation.....	VM
Zône des filons sulfurés plombo-zincifères.....	BPG	Granites, tonalites, etc.....	Y
Zône des roches vertes.....	V	Massifs anciens.....	(diagonal lines)

Les parties non métallisées ont été laissées en blanc.

Fig. 1. — Carte métallogénique de la région italienne.

dans les zones éruptives, que l'on peut considérer comme des zones déprimées, où subsiste et se montre à la surface une portion particulièrement élevée de ce qui était l'écorce superficielle à la fin

de l'époque pliocène ou au début du Pléistocène. Je crois que, d'une façon générale, les cristallisations de minerais sont une émanation des magmas ignés, qui provoquent par leurs déplacements profonds les manifestations volcaniques; mais il me paraît également bien démontré que, dans ces manifestations volcaniques elles-mêmes, il ne se forme pas au jour de véritables minerais (sauf le peu de fer, de cuivre ou de mercure que l'on a souvent cité); les liqueurs métallisantes n'ont dû pouvoir garder leurs métaux dissous que sous une certaine pression, et la décompression produite par l'approche de la superficie avait dû être précédée par le dépôt successif des divers minerais en ordre inverse de leur solubilité. L'Italie témoigne bien de cette règle générale. Cependant, il a pu s'effectuer parfois, en d'autres régions du monde, des cristallisations métallifères très riches, provoquées par l'abondance des fumerolles dans des conditions de volcanisme presque superficielles, et l'on trouve, dès lors, ailleurs de grands champs métallifères en certaines régions volcaniques dont l'érosion a enlevé la première écorce stérile. Tel est le cas pour ces pays de l'Ouest américain ou du Mexique, dont la richesse en métaux précieux est proverbiale. En Italie, on ne constate rien de pareil; mais on peut y vérifier la localisation du mercure sur le pourtour de ces zones éruptives récentes: localisation qui se manifeste un peu partout dans le monde avec une rigueur presque théorique, parce que la combinaison sulfurée du mercure et des alcalis est particulièrement soluble, soluble au point de persister même dans certaines de nos sources thermales actuelles.

Il suffit, en effet, d'un coup d'œil sur la carte ci-jointe pour voir combien les gisements de mercure (avec association fréquente d'antimoine) forment une auréole bien nette aux zones éruptives récentes, dont elles ne s'écartent jamais beaucoup. La relation apparaît encore plus évidente si l'on remarque la rareté extrême du mercure dans les pays situés plus au Nord ou à l'Ouest, en Allemagne, en France, etc.. On peut la vérifier depuis la Serbie jusqu'à l'Algérie. C'est une trainée de gisements, parfois très importants, qui comprend Prozor en Serbie, Idria, Littai et Neumarkt en Carniole et Carinthie, les minerais du Frioul et de Vallalta; puis la trainée toscane de Serravezza, de Jano, du Monte Amiata et de Capalbio, le mercure actuel de la solfatare du Vésuve et tous les affleurements de la province de Constantine ou de la Tunisie¹. Les gisements mercuriels ne s'écartent jamais beaucoup, sur la carte, des massifs éruptifs, à l'intérieur

desquels on notera, en outre, qu'ils ne pénètrent pas. La relation, comme toutes celles que nous allons essayer de mettre en évidence, semble correspondre à un départ périphérique, à un dégagement extérieur par fumerolles.

Remarquons, à propos de ces gisements mercuriels, que partout ils sont accompagnés de dépôts hydrocarburés ou de dégagements carburés actuels, sous la forme, tantôt de grisou, tantôt d'acide carbonique, aussi bien à Idria qu'à Jano ou au Monte Amiata. Il est difficile, dans ces conditions, d'expliquer uniquement de tels dégagements par de simples accidents superficiels, ainsi qu'on a pu le tenter après une étude localisée au Monte Amiata: d'autant plus que cette connexion entre le cinabre et les carbures, grâce à laquelle le cinabre a dû être en partie précipité, se retrouve dans toutes les parties du monde, et que, d'autre part, les mêmes conditions superficielles sont sans cesse réalisées ailleurs sur les gîtes pyriteux sans amener des phénomènes semblables. Les gaz hydrocarburés peuvent être donc supposés avoir la même origine interne que les fumerolles mercurielles.

L'examen de notre carte métallogénique peut alors conduire à remettre en question le problème toujours controversé de l'origine des pétroles italiens, tout au moins à empêcher d'affirmer sans réserve la théorie généralement admise de leur formation organique. Si l'on raccorde, en effet, par continuité la zone cinabrifère de Toscane avec celle de la Haute Italie en traversant toute la chaîne plissée de l'Apennin, trop peu érodée encore pour laisser apparaître un soubassement métallisé, on rencontre précisément toute la série des manifestations hydrocarburées les plus caractéristiques: coups de grisou absolument insolites du tunnel de Borgallo sur la ligne de Parme à la Spezia en plein terrain éocène, et surtout gîtes pétrolifères exploités des vallées du Chero et du Taro. Les autres manifestations hydrocarburées et salses de l'Apennin sont toutes à l'intérieur de la même limite, du côté des roches tertiaires. Je me garderais d'en conclure pour ce pétrole une origine éruptive, contrairement à la théorie très vraisemblable qui le fait provenir de dépôts organiques avec matières salines à la base du Miocène. Cependant, on sait que, pour Fouqué et Silvestri, les gaz des salses étaient l'équivalent des hydrocarbures dégagés par les volcans.

Une observation du même genre peut être faite pour les sources chaudes à acide borique qui constituent les soffioni de la Toscane. Les borates sont un produit salin connu des bassins d'évaporation, et l'on a pu, dès lors, être tenté d'attribuer les soffioni toscans au simple lessivage par les eaux thermales de gisements salifères profonds. Mais, là encore, il faut remarquer la position de ces soffioni à la péri-

¹ L. DE LAUNAY: *Les Richesses minérales de l'Afrique*. Paris, Béranget, 1903, p. 157.

phérie immédiate des roches éruptives récentes, presque dans la même zone où se trouve le mercure. En dehors des soffioni, on retrouve des traces d'acide borique dans une série de sources thermales situées sur la même traînée mercurielle, à Bocchegiano, etc., et ce rapprochement, qui pourrait apparaître purement accidentel, prend le caractère d'une observation théorique quand on constate qu'il se renouvelle pour les gisements de borax et de mercure en Californie. La plupart des dépôts salins boratés dans le monde, dépôts produits par une évaporation, par une concentration de matières salines, se trouvent, eux aussi, dans des régions de roches éruptives récentes, où l'on peut admettre que l'acide borique s'était déjà trouvé, par un effet de fumerolles, en abondance spéciale. Enfin l'examen des massifs granitiques récents, tels que ceux de l'île d'Elbe, du Campigliese ou de Gavorrano, que l'on peut étudier en Toscane même, montre le rôle important de l'acide borique fixé à l'état de tourmaline, dans les fumerolles dégagées à la périphérie des magmas granitiques. Tout cet ensemble de faits nous conduit donc à imaginer qu'il a dû se produire, autour des zones éruptives récentes encore peu érodées de l'Italie, c'est-à-dire à une faible profondeur dans les parties de l'écorce accidentées par le volcanisme, une série de fumerolles contenant du mercure, de l'antimoine, du carbone, du soufre et du bore : fumerolles susceptibles de monter jusqu'à la superficie et ayant donné, par suite, des catégories de dépôts que nous trouvons toujours de préférence dans les parties récemment disloquées et peu érodées de l'écorce terrestre. Ces produits, faciles à remettre en mouvement puisqu'ils donnent des sels solubles, peuvent d'ailleurs, lorsque nous les voyons arriver actuellement au jour dans des sources thermales, salses, etc., n'être là que par suite d'un emprunt à un premier dépôt intérieur ; leur concentration peut se trouver à une phase plus ou moins avancée des cycles qu'elle est susceptible de parcourir, et le champ reste ouvert, par exemple, à toutes les interprétations superficielles, par lesquelles on a tenté d'expliquer le dépôt des gites cinabrifères, tels que nous les rencontrons aujourd'hui dans nos exploitations.

II

Après cette zone du mercure, de l'antimoine, du bore et peut-être des hydrocarbures, les caractères métallogéniques de l'Italie changent complètement. On rencontre, en effet, plus à l'Ouest ou plus au Nord, une portion de l'écorce, où apparaissent, à l'état de tronçons disloqués, de horsts ayant subi des déplacements relatifs dans le sens vertical, des lambeaux de terrains anciens, avec intercalation

de noyaux ignés cristallins à type granitique, ayant pu être amenés par l'érosion jusqu'au jour.

Ce n'est pas là, à proprement parler, l'« Avant-pays » de la chaîne plissée tertiaire ; les plissements ont poussé jusqu'ici ; notre zone métallifère, qui part de la Toscane et comprend la région de Lucques et de Seravezza, semble, plus au Nord, obliquer sur la chaîne des Apennins pour s'accoler intérieurement à la courbe présumée des plis alpins. Tout au moins, après avoir perdu cette catégorie de gisements vers Seravezza, faut-il aller du côté de Côme et de Bergame pour les retrouver, en même temps que les massifs de Permo-trias et de Carbonifère, dont les fractures se sont prêtées à ce genre de minéralisation. Puis, à l'Est de Côme, la zone en question se poursuit, le long des Dinarides, dans les Alpes du Bergamasque et de la Carinthie. Elle semblerait donc, sur la traversée de la Lombardie, indépendante des plis tertiaires ; néanmoins, on a l'impression très nette, en l'abordant, de pénétrer dans une zone plus profonde de l'écorce, d'aborder une partie latérale du géosynclinal plissé qui a formé les Apennins et les Alpes : zone où le soubassement ancien, soumis à la pression de ces plissements, a été disloqué par compartiments et où l'allure de ces accidents a pu être influencée par les directions antérieures de ce soubassement.

Au Sud, quelques rares minerais du même genre reparaissent à la pointe sud de l'Italie, avec le massif ancien de l'Aspromonte et de Messine ; mais la véritable continuation de notre zone métallifère est, de l'autre côté de la mer tyrrhénienne effondrée, en Tunisie et Algérie, où l'on retrouve, à partir d'une semblable traînée éruptive (qui ici est située au Nord), des minerais analogues, accompagnés, comme je l'ai dit déjà, d'antimoine et de mercure.

Dans la zone métallisée que nous envisageons en ce moment, le type est un type filonien, les minerais sont des dépôts d'incrustation thermique et, pour définir ces gisements, il y a lieu d'examiner d'abord les fractures remplies, puis leurs remplissages.

En ce qui concerne les fractures remplies, on peut remarquer, dans toute la Toscane, le rôle prépondérant des filons-failles, des filons de contact ; les incrustations ont, pour la plupart, minéralisé les plans de rupture à peu près Nord-Sud (légèrement N. W-S. E.), suivant lesquels s'est opéré le jeu relatif des voussoirs juxtaposés pendant leurs exhaussements et leurs effondrements. On peut donc attribuer un rôle prépondérant aux déplacements verticaux dans cette série de phénomènes connexes, qui comprend, avec l'enfoncement d'un ou plusieurs voussoirs, l'injection des éléments liquides (ou liquéfiés) dans les voussoirs voisins et le dégagement simultané de fumerolles métallisantes. Les contacts entre terrains d'inégale perméabilité, réa-

lisés par de semblables failles, ont naturellement facilité la circulation des eaux souterraines suivant les plans de contact. Dans le district de Lucques et Seravezza, les conditions sont analogues.

Si l'on passe, au contraire, aux Alpes du Bergamasque et de Carinthie, on voit s'accroître, à côté du rôle des failles, celui des contacts normaux entre schistes et calcaires superposés, qui correspond à un phénomène identique, c'est-à-dire à un plan de pénétration facile pour les eaux souterraines entre un schiste imperméable et un calcaire perméable, mais parfois avec une sorte d'interstratification horizontale un peu déroutante au premier abord. C'est ainsi que, dans la région de Bergame (Ponte di Nossa), les minerais sont surtout entre schistes et calcaires du Trias. Vers le val Trompia et le val Sabbia, à l'Ouest du lac de Garde, les minerais très nombreux incrustent, soit les failles entre le Permien et les schistes cristallins, soit les fractures parallèles à la Giudicaria. A Auronzo et Raibl, au Sud des Alpes Carniques, comme à Bleiberg et Greifenburg au Nord du Gailthal (d'un côté, dans les Dinarides, couchées vers le Sud; de l'autre, dans les Alpes à plis verticaux), on retrouve des imprégnations dans les calcaires du Trias, avec localisation au Bleiberg sous un toit de schistes.

Dans tous ces cas, pour tous ces gisements ordinairement encaissés dans les calcaires du Trias, il est impossible de passer sous silence le rôle des altérations superficielles récentes, qui ont profondément transformé les minerais de profondeur, qui les ont remis en mouvement, qui en ont changé la nature et qui, finalement, ont donné à la plupart de ces gîtes leur apparence extérieure, par-dessus laquelle il est nécessaire de passer pour reconstituer par la pensée leur aspect primitif, si l'on veut arriver à des conclusions de quelque valeur.

Quant à la métallisation de tous ces gisements, elle comprend, en principe, les mêmes éléments caractéristiques des filons sulfurés complexes, que j'ai appelés ailleurs B. P. G. (blende, pyrite et galène, avec chalcopryrite accessoire). Ainsi qu'il arrive toujours dans de semblables champs de filons complexes, on voit, dans la longueur d'un même filon, dans la profondeur d'une même exploitation, la minéralisation se modifier plusieurs fois sans aucune loi et souvent alternativement en sens inverse. Ici domine le plomb, plus loin le zinc, ailleurs le fer ou le cuivre. Il serait donc dangereux de vouloir établir des lois trop théoriques pour un phénomène qui ne semble pas en comporter. Cependant, les champs métallifères de ce groupe ont chacun une physionomie spéciale, et cette physionomie paraît bien correspondre avec la position des minerais considérés par rapport aux roches éruptives de la période correspondante.

J'ai déjà signalé le plus caractéristique de ces faits en montrant le mercure localisé sur le pourtour des roches éruptives à épanchements superficiels. Il semble que, lorsqu'on approche, au contraire, des roches cristallines grenues à type granitique, très vraisemblablement formées en profondeur et sous pression, on voie se développer un autre groupe, principalement composé de pyrite de fer, avec chalcopryrite accessoire et quelquefois un peu d'étain ou de bismuth. Et, dans une zone intermédiaire, quand aucune roche éruptive n'apparaît au jour, ou du moins lorsqu'il n'apparaît que des roches à l'état de filons (microgranulites, porphyrites, etc.), les minerais dominants, dont la relation avec une roche ignée devient très problématique, sont surtout le plomb et le zinc. On formerait ainsi — en laissant pour le moment de côté les roches basiques et leurs dérivés, dont nous allons chercher le rôle tout à l'heure — trois groupes principaux, que l'on supposerait correspondre à des profondeurs de cristallisation de plus en plus grandes, ou du moins à une modification simultanée des types pétrographiques : 1° Mercure et antimoine, jusqu'à la surface, avec les roches d'épanchement; 2° plomb et zinc, avec les roches filoniennes et intrusives; 3° fer, cuivre, étain, bismuth, etc., avec les roches grenues de profondeur.

Ces divers groupes chevauchent, bien entendu, les uns sur les autres, comme on doit l'attendre pour un phénomène où n'ont pu manquer d'intervenir des circonstances aussi complexes; mais il est certain, par exemple, que tous les minerais des Alpes carinthiennes et de la région de Bergame, où les roches éruptives font à peu près défaut, sont des minerais de plomb et de zinc; de même à Lucques et Seravezza; au contraire, à Massa Marittima, Campiglia Marittima ou à l'île d'Elbe, près des massifs granitiques, c'est évidemment, malgré la présence du plomb et du zinc, la pyrite de fer plus ou moins cuivreuse qui domine (Boccheggiano la Fenice, Serrabottini, île d'Elbe, etc.), avec apparition de l'étain dans l'île d'Elbe et le Campigliese. Pour l'Algérie et la Tunisie, j'ai fait autrefois une observation du même genre¹.

La relation d'origine entre les minerais sulfurés et les magmas ignés dont le type profond est le type granitique a été bien posée en principe, pour la Toscane, par M. B. Lotti, dont on connaît les savants travaux sur l'Italie. Suivant lui, elle serait poussée au point que certains amas pyriteux à Gavorrano représenteraient un départ sulfuré immédiat au contact même du granite. Peut-être n'y

¹ *Richesses minérales de l'Afrique*, p. 171 à 173 et 321 à 340. *Rev. gén. des Sciences*, 30 nov. 1902.

a-t-il, dans ce cas particulier, qu'un simple filon-faille de contact; mais l'observation me paraît vraie en général et, particulièrement, dans le cas de l'île d'Elbe, dont les minerais de fer fameux représentent une venue hydrothermale filonienne, localisée sur des accidents Nord-Sud, avec action de substitution dans les calcaires, à l'Ouest du grand amas de granite tertiaire du mont Capanne.

Dans ces gisements de l'Elbe, les dépôts sulfureux ont dû jouer un rôle primitif très important, bien que la transformation superficielle postérieure de la pyrite en oxyde par les altérations ait fait longtemps méconnaître ces manifestations sulfurées. On trouve, dans la profondeur des gîtes de l'île d'Elbe, comme dans tant de minerais de fer algériens pour lesquels j'ai autrefois signalé le fait avec insistance, non seulement de la pyrite de fer de plus en plus abondante, mais d'autres sulfures complexes de cuivre, plomb, etc.

Dans ces gîtes de l'île d'Elbe, les sulfures de fer ont, d'ailleurs, pu être accompagnés de suite par des chlorures, ainsi qu'il est logique de le prévoir au contact de semblables magmas acides, et il est parfaitement possible que ces chlorures aient provoqué, tantôt un dépôt direct d'oligiste, tantôt la substitution d'oxydes et de silicates de fer aux terrains calcaires encaissants. Mais la production de ces minéraux, qui ont ici un si grand développement, pourrait également s'expliquer par le simple métamorphisme.

Quoi qu'il en soit, on trouve, à l'île d'Elbe, des minerais, dont le type actuel comprend, avec la pyrite de fer, de l'oligiste (parfois réduit très localement en magnétite par des hydrocarbures) et une gangue de silicates, comprenant des silicates protoxydés à haute teneur en fer, qui sont aujourd'hui exploités industriellement par grandes masses. Ce gisement apparaît ainsi très analogue à tous ceux qui se développent, dans les mêmes conditions, au contact de roches grenues intrusives et, par exemple, à Brosso ou Traverselle, en Piémont, sur le bord des roches dioritiques, ou dans le Banat, près des banatites. La grande cicatrice tonalitique du Gailthal, qui joue un rôle si analogue à celui des banatites du Banat, pourrait être supposée de même le point de départ profond des fumerolles sulfurées plus lointaines, qui, en Carinthie ou vers Auronzo, ont donné des minerais plombo-zincifères.

Enfin, l'on peut faire une dernière remarque à propos de l'étain. Nous avons vu que ce métal apparaissait ici à sa place prévue, avec les pyrites de fer-cuivreuses (comme en Cornwall), non loin des culots granitiques, à dégagements de fumerolles acides prouvés par les cristallisations de tourmaline sur toute leur périphérie. Malgré ces

pegmatites à tourmaline, qui entourent d'une auréole les granites du Campigliese ou de l'île d'Elbe en pénétrant dans les sédiments encaissants, on peut, d'une façon absolue, considérer ces massifs granitiques toscans comme pauvres en fumerolles acides par rapport à nos grands massifs hercyniens de granite à mica blanc; si développés dans le Plateau Central, en Bretagne, en Cornwall ou en Saxe. C'est là surtout que l'étain arrive à jouer un rôle essentiel et nous ne saurions nous étonner qu'en Toscane, ce rôle soit, au contraire, très subordonné.

III

Nous arrivons maintenant à une zone tout à fait différente de la métallogénie italienne, celle où apparaissent les roches basiques, les « roches vertes », et où, du même coup, se montrent toute une série de gîtes que nous pouvons supposer directement reliés à ces roches basiques : gîtes de ségrégation ignée ou de départ sulfuré immédiat, ayant pris la forme d'amas, de noyaux métalliques, de « fahlbandes », d'imprégnations ramifiées et disséminées dans les schistes (souvent eux-mêmes recristallisés par un métamorphisme de profondeur).

Il est difficile de dire si cette zone nouvelle correspond, en principe, à une partie de l'écorce plus ou moins profonde que les culots granitiques, bien qu'on ait parfois considéré, un peu *a priori*, ce genre de roches basiques comme des fonds de creuset; il semble surtout qu'elles correspondent à des conditions d'élaboration et de cristallisation différentes de celles des roches acides, et l'on doit même remarquer que, d'après les résultats des synthèses pétrographiques, ces conditions semblent pouvoir se réaliser à de faibles pressions et dans nos laboratoires mêmes, tandis que la synthèse des roches acides n'a jamais encore été effectuée.

La zone métallifère que nous envisageons ainsi, et dont la trainée continue des roches vertes laisse fortement supposer l'unité, offre, dans deux régions parfaitement tranchées, deux facies totalement différents et qui ont été longtemps considérés sans hésitation comme marquant un âge géologique tout à fait distinct. D'une part, il y a, dans les Alpes ou en Corse, le facies schistes lustrés et terrains cristallophylliens; de l'autre, on rencontre, dans les Apennins ou en Illyrie et en Serbie, c'est-à-dire dans les Dinarides, le facies strates éocènes à peine métamorphiques.

A cette différence de facies pétrographique correspond une certaine différence métallogénique; dans les terrains non métamorphisés de la Toscane ou de la Bosnie, les minerais affectent, à peu près

exclusivement, le type des dépôts cuivreux immédiatement reliés aux roches basiques; dans les terrains métamorphiques, on trouve, en outre, le type des imprégnations sulfureuses interstratifiées au milieu des terrains schisteux, en forme d'amas, de stockwerks ou de fahlbandes, à plus grande distance des roches ignées.

Ces différences tendent à s'expliquer si l'on admet qu'un même phénomène, d'âge probablement miocène, a fait, à la faveur des plissements alpins, pénétrer des magmas basiques intrusifs dans une série de terrains antérieurs, ramenés à une profondeur plus ou moins grande et, par suite, plus ou moins métamorphisés, en développant, au contact de ces magmas ou dans leur masse même, des ségrégations de minerais oxydés ou sulfurés.

Dans cette hypothèse, — qui concorde, je crois, avec celle de M. Termier sur la tectonique des Alpes, — les terrains cristallins des Alpes seraient le faciès métamorphique d'une « série compréhensive », englobant des terrains d'âges divers jusque'à l'Éocène, et leur aspect métamorphique viendrait de l'action exercée sur eux en profondeur par ces intrusions mêmes de magmas basiques. Toute la chaîne des Alpes proprement dite est envisagée comme une partie profonde, reportée ensuite par les plissements à une grande hauteur, donc très métamorphique; les Dinarides représentent, par contre, une partie plus haute, plus superficielle, de la chaîne, qui s'est trouvée descendue vers le niveau de la mer et dans laquelle subsistent des terrains non affectés par le métamorphisme.

Une telle hypothèse, que je vais essayer tout à l'heure de préciser, correspond à cette idée générale que les types de terrains appelés jusqu'ici archéens ou cristallophylliens représentent, non pas à proprement parler un âge déterminé, mais un faciès de métamorphisme. Si leur assimilation à un unique terrain primordial a pu trouver crédit, c'est que, tout naturellement, les terrains les plus anciens ont le plus de chances d'avoir été métamorphisés et qu'en outre le premier effet de ce métamorphisme est d'éliminer les restes organiques, par lesquels les sédiments pourraient être datés. Mais, en ce qui concerne la métallogénie, nous pouvons supposer que, partout où l'érosion a mis à jour des portions de chaînes plissées ayant pris ces types archéens, quel que soit d'ailleurs l'âge réel de ces gneiss et micaschistes entre l'Éocène et le Laurentien, l'érosion doit avoir atteint, dans la profondeur de ces chaînes, une zone assimilable et semblablement placée par rapport aux intrusions de magmas ignés internes; par conséquent, les gîtes métallifères doivent y être comparables et nous ne devons, dès lors, pas nous étonner de rencontrer,

dans les Alpes, au milieu de terrains cristallophylliens qui peuvent englober de l'Éocène, des minerais analogues à ceux des régions anciennement consolidées et profondément érodées du Globe, des minerais de type scandinave, en même temps que nous y observons des amas de gabbros, euphotides, péridotites, etc., pareils à ceux qui se montrent si développés en Scandinavie.

On peut encore remarquer, à l'appui de cette thèse, que, d'après les coupes de M. Termier, les principales zones métallisées des Alpes Orientales, auxquelles je fais ici allusion, se trouvent dans une partie des Alpes sur laquelle aurait passé le poids des charriages et qui, au moment de ces charriages, n'aurait pu manquer d'être reportée en profondeur et métamorphisée.

Dans les Alpes orientales, les minerais en question forment une première zone Est-Ouest très importante, entre la région d'Innsbruck, Schladming, Vordernberg et le Semmering. On y trouve des imprégnations de sulfures métallifères, où domine le cuivre (Schwarz, Brixlegg, Kitzbüchel, etc.), ou, plus rarement, le nickel (Schladming). Je rappelle que les minerais d'Eisenerz et de Vordernberg, intercalés par substitution dans un banc calcaire entre la grauwaacke dévonienne et les schistes permien, paraissent dériver de pyrites de fer cuivreuses et se trouvent donc à leur place normale au milieu de toutes ces imprégnations sulfureuses, la différence d'allure étant due à la nature calcaire des terrains encaissants. Plus loin, en Styrie, près de Leoben, on trouve les amas de fer chromé de Kraubat dans des dunites, c'est-à-dire un type classique de ségrégation.

Plus au Sud, la zone cristalline des Tauern, à métamorphisme beaucoup plus intense, renferme des imprégnations sulfurées du même genre, parfois un peu cuprifères, parfois légèrement aurifères, ailleurs chargées de zinc, à Zell sur la Zill, Rauris, Sterzing, Waschgang, Gross Fragant, Gmünd, etc., et le contraste est absolu avec les minerais plombo-zincifères que nous avons déjà signalés dans une zone plus méridionale (Bleiberg, Auronzo, Raibl, etc.).

Les Alpes occidentales, et spécialement les Alpes pennines, offrent des caractères identiques. Ici encore nous avons des imprégnations de pyrite et mispickel aurifères (Pestarena, le mont Rose, Gondo), des fahlbandes nickelifères et cobaltifères comme celles du Val d'Annivier en Valais, si analogues à celles de Schladming. Mais, à côté de ces imprégnations sulfurées, dont la relation avec les roches basiques reste, en somme, problématique, nous voyons s'accroître le type des ségrégations proprement dites et des dépôts sulfurés tout à fait immédiats, aboutissant à des amas de magnétite, de

chalcopyrite, de pyrite et pyrrhotine nickélique : par exemple, à Scopello et Varallo le long de la grande traînée Nord-Est des roches d'Ivrée, à Traverselle le long des diorites situées à l'Est du Grand Paradis, à Cogne sur le flanc Nord du même massif, à Usseglio, Balma, sur le flanc Sud, ou à Cruvin, près de Suse.

Dans le Sud des Alpes occidentales, les minerais sont peu développés; mais, quand on arrive à Gênes, on trouve, en rapport avec les roches intercalées dans l'Éocène non métamorphique, tout un groupe important de gîtes cuprifères, qui se continue en Toscane jusqu'à Monte Catini et Rocca Tederighi, et passe, d'autre part, en Corse, où l'on a, avec pareilles roches vertes et semblables minerais associés, les deux faciès de terrains distingués plus haut : éocène non métamorphique et schistes lustrés.

Les mines du district de Gênes, Libiola, Monte Loreto, Gallinaria, etc., renferment toutes des masses irrégulières de chalcopyrite en relation directe avec des roches vertes, diabase, euphotide (ou serpentine produite par l'altération d'une des roches précédentes), et, de même, les gîtes de Ponte Leccia, de Castifao, de Moltifao en Corse se relient à des diabases associées à de l'Éocène bouleversé, mais non métamorphique, tandis qu'à Linguizetta et Vezzani, dans la même île, le faciès est celui des schistes lustrés.

Le cas du gisement de Monte Catini est particulièrement intéressant, parce qu'il semble d'abord très énigmatique⁴. Je crois qu'on peut le considérer comme un gîte de ségrégation, assimilable aux précédents, mais ayant été ultérieurement soumis à un déplacement mécanique ou charriage, suivi d'une altération superficielle. Par le déplacement mécanique, la roche verte a été transformée en une brèche passant à une salbande argileuse, et les minerais ont été tronçonnés en fragments plus ou moins gros, plus ou moins arrondis; par l'altération, les pyrites de fer plus ou moins cuivreuses sont devenues, d'abord des chalcopyrites, puis des phillipsites et des chalcosines. Le gîte se présente donc sous la forme de grains, nodules ou boules cuivreuses disséminées dans une masse argileuse : boules qui, lorsqu'elles sont un peu volumineuses, renferment un noyau de chalcopyrite entouré par la phillipsite et, lorsqu'elles sont plus petites, ont été entièrement transformées en phillipsite. Cette salbande argileuse est située au-dessus de l'Éocène et au-dessous de la diabase disloquée, qui forme, à la surface, des lambeaux sans aucune racine.

Monte Catini et Rocca Tederighi sont à peu près

les spécimens les plus méridionaux de ce genre de gîtes en Italie. Plus au Sud, les roches vertes disparaissent, à peu près exactement au moment où se montrent les roches éruptives tertiaires d'épanchement, et ne reparaissent guère qu'en Calabre ou en Basilicate, lorsque celles-ci ont cessé, comme s'il y avait incompatibilité entre ces deux manifestations pétrographiques. Il est naturel d'envisager toute la zone intermédiaire à volcanisme superficiel comme une zone déprimée, où s'est conservée la trace de phénomènes montés plus haut dans l'écorce et où manquent, au contraire, par suite, les phénomènes relativement profonds, tels que les intrusions de roches vertes.

L'observation se trouve confirmée de l'autre côté de l'Adriatique, où l'on remarque quelque chose de semblable. Là aussi les roches vertes, dont la traînée est ailleurs si continue, s'interrompent sur la zone affaissée et éruptive située à l'Est du Bacher Gebirge en Styrie, alors qu'apparaissent, avec ces roches éruptives superficielles, tous les minerais de mercure déjà signalés en Carniole et en Carinthie. Puis ces roches vertes reprennent toute leur extension en Bosnie après le massif ancien d'Agram, et s'accompagnent là encore de semblables minerais cuprifères.

IV

Enfin, pour terminer ce qui est relatif à la métallogénie des Alpes, nous devons signaler encore, à l'Ouest de la Chaîne, une zone métallifère qui fait à peu près le pendant de la zone toscane à filons sulfurés complexes et qui apparaît dans la Savoie, la Maurienne, le Dauphiné, lorsqu'on dépasse vers l'Ouest les amygdales granitiques du Mont Blanc, du Pelvoux, etc. Là, les interstratifications, les fahlbandes pyriteuses font place de nouveau aux véritables filons, aux fractures, aux décrochements, et, dans le remplissage, on voit, à côté des pyrites de fer, avec cuivre, or ou nickel, reparaître les sulfures complexes plombo-zincifères, comprenant même parfois des traces de mercure. La connexion est la même qu'en Toscane. On a là, presque côte à côte, des pyrites plus ou moins cuivreuses, donnant par altération superficielle le groupe des sidéroses et des cuivres gris d'Allevard, ou de la pyrite aurifère produisant les minerais d'or de la Gardette, des sulfures de nickel et cobalt aux Chalanches, des galènes argentifères à Macot, à Pesey, etc. Les filons, qui recoupent des terrains allant jusqu'à la base du Jurassique, sont manifestement reliés aux accidents tertiaires, et, tandis que l'on pouvait hésiter sur l'âge des imprégnations sulfureuses profondes dans la zone axiale, le caractère tertiaire de cette zone latérale à l'Ouest est aussi bien

⁴ LAUNAY : Sur le rôle possible des charriages en métallogénie (*Comptes rendus*, 3 avril 1905).

marqué que celui de la zone latérale à l'Est, près de Lucques ou vers Massa Marittima.

Cette zone plombo-zincifère, qui se continue peut-être en Corse et va ainsi converger vers la zone toscane du Mont Argentario, est bornée à l'Ouest par une autre zone, qui me paraît totalement différente et qui marque, sans doute, une métallisation effectuée pendant une période géologique antérieure, pendant la période hercynienne.

Nous avons déjà remarqué, à propos de la Toscane, de l'île d'Elbe, de la région de Lucques ou de Seravezza, que l'on retrouvait là des tronçons d'un ancien massif tyrrhénien, disloqués et métallisés à l'époque tertiaire. Le massif reparait plus à l'Ouest, dans les Maures, l'Ouest de la Corse ou la Sardaigne, à l'état de débris épars, où l'empreinte des plis tertiaires s'efface, tandis que celle des accidents hercyniens tend à dominer; nous entrons ici, à proprement parler, dans l'« Avant-pays » des Alpes.

Cet Avant-pays est très métallisé; le petit massif des Maures et la Sardaigne sont deux régions remarquablement riches en minerais. Sur l'âge de ces minerais on peut discuter, et, comme nos déterminations d'âge pour les filons se bornent généralement à une limite minima, on ne saurait affirmer que, là encore, l'influence des métallisations tertiaires ne se soit pas fait sentir. Cependant, la conclusion bien probable des études de détail sur la Sardaigne est que les minerais y sont hercyniens, et, dans la région des Maures, de l'Esterel ou des Alpes-Maritimes, la présence de nombreux sédiments permotriassiques, où des minerais cuprifères ou plombifères paraissent avoir une origine détritique, prouve tout au moins qu'il existait déjà des minerais de ce genre avant le Permien.

On peut rattacher à cette métallisation hercynienne les filons des Bormettes, de la Moure, de Reille, etc., dans les Maures et l'Esterel, ceux d'Argentella à l'Ouest de la Corse, et surtout ceux de la Sardaigne, où se manifeste, à un degré remarquable, un phénomène déjà signalé plus haut dans le Bergamasque ou les Alpes Orientales: l'influence des contacts entre calcaires et schistes sur la localisation des minerais, avec action superposée des altérations superficielles, qui, en terrains calcaires, ont amené l'allure habituelle des substitutions calaminaires.

Dans toute la Sardaigne, les minerais dominants sont les B. P. G., industriellement les minerais plombo-zincifères, avec manganèse accessoire concentré à la surface comme toujours. Le cuivre et les métaux de ségrégation basique font à peu près défaut, de même que les roches vertes, auxquelles nous les avons vus reliés. Au contraire, les massifs granitiques et les filons latéraux de microgra-

nulite ou de porphyrite abondent au voisinage de ces gisements, qui, dans leur forme primitive, sont des filons de galène et de blende.

L'allure filonienne est, par endroits, très nette, comme autour du massif granitique d'Arbus, que contournent, au Nord, à l'Ouest et au Sud, des filons de plomb (Montevecchio, etc.), mais dans lequel certains de ces filons pénètrent, montrant qu'il ne s'agit pas d'une émanation dérivée de ces granites. Ces filons sont, en principe, bien caractérisés lorsque les fractures ont traversé des terrains inattaquables aux eaux métallisantes ou altérantes, comme des schistes ou du granite. Ailleurs, quand il y a alternance de calcaires ou de schistes, les minerais suivent souvent des contacts et prennent une sorte d'allure interstratifiée. La présence de ces calcaires et la pénétration des eaux qui en est résultée ont toujours déterminé la transformation des sulfures en calamines, où souvent on reconnaît encore la disposition des calcaires auxquels elles se sont substituées.

V

Si nous essayons de résumer en quelques mots cette étude, nous aurons donc l'impression que les minerais italiens (sauf ceux de Sardaigne) émanent de roches éruptives mises en mouvement et montées vers la superficie par suite des accidents tertiaires. Les principaux cas où de semblables cristallisations métallifères se sont produites semblent être les suivants :

Tout d'abord, dans une zone de ropture longitudinale, qui paraît s'être réalisée entre les plissements nouveaux et leur Avant-pays, il a dû s'effectuer un tronçonnement du massif ancien, par suite duquel ses compartiments juxtaposés ont subi des déplacements relatifs dans un sens ou dans un autre. A la faveur de ces déplacements, les magmas acides ont dû pénétrer dans certaines zones et en refondre progressivement les éléments, se les assimiler de manière à se substituer à eux : d'où est résultée la consolidation profonde de magmas grenus à type granitique, apparus au jour en quelques points où, par suite de mouvements ultérieurs, l'érosion s'est trouvée très avancée.

Sur la périphérie de ces granites, ou du moins de ceux qui paraissent les plus élevés d'entre eux, — qui, tout au moins, étaient les plus chargés de principes volatils et se rapprochaient le plus de nos pegmatites ou granites à mica blanc, — on trouve la trace de fumerolles chlorurées ayant pu donner directement de l'oligiste et des silicates de fer, ayant, en tout cas, donné de l'étain avec du cuivre, des pyrites de fer, etc. (Île d'Elbe, Campigliese, Gavorrano).

Plus loin des mêmes granites, là où, à ces granites profonds, se substituent, sur les affleurements, les microgranulites et les porphyrites, ont cristallisé les minerais sulfurés complexes de plomb, zinc, fer, etc., principalement dans les cassures produites par les failles ou les décollements entre terrains superposés d'inégale compacité physique, tels que schistes et calcaires (Toscane, région de Lucques, Bergamasque, Carinthie, ou, à l'Ouest des Alpes, Savoie, Maurienne et Dauphiné).

Ailleurs, des pénétrations de roches basiques ont formé des amas et lentilles de diabase, euphotide, etc., dans des terrains d'âges divers, amenés à des degrés inégaux de métamorphisme. Quand ce métamorphisme est le plus avancé, ce qui paraît comporter une profondeur de cristallisation plus grande, les schistes cristallisés renferment souvent des imprégnations sulfureuses à caractère de fahlbandes, formées de pyrite de fer et mispickel, parfois cuprifères, nickélifères ou aurifères (Tauern, zone d'Innsbruck, Alpes Pennines, etc.). En même temps, les roches basiques elles-mêmes peuvent

renfermer des ségrégations et amas de magnétite ou de fer chromé (Styrie et Val d'Aoste). Les régions à pareilles roches vertes, formées au contraire de terrains non métamorphisés, — par conséquent, selon toute apparence, plus hautes dans la chaîne, — ne renferment guère que des amas de sulfures cuivreux au contact des diabases (district de Gènes et Toscane).

En approchant des zones déprimées à manifestations éruptives superficielles, tous les métaux disparaissent progressivement à l'exception du mercure, qui domine, avec l'antimoine, dans la zone immédiatement contiguë aux roches éruptives d'épanchement (Carniole, Frioul, Toscane). Et, enfin, les parties où le volcanisme est encore actif et celles où son activité, toute récente, se traduit par des cratères conservés, semblent trop peu érodées pour montrer encore au jour aucun gîte métallifère (Campagne romaine, province de Naples et Sicile).

L. De Launay,

Professeur à l'École Supérieure des Mines.

REVUE ANNUELLE DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE

Cette revue fait suite à celle qui a paru en 1903 et s'inspire des mêmes principes. Pour ne pas être entraîné trop loin, je me restreindrai à quelques parties de l'immense domaine, de la Mécanique appliquée. Je laisserai notamment de côté, pour cette fois, les questions concernant les moteurs hydrauliques et les moteurs à explosion.

I. — CHAUDIÈRES ET APPAREILS A VAPEUR.

§ 1. — Production de la vapeur.

MM. Marcel Deprez et Verney se sont proposé d'établir un foyer évitant les inconvénients dus à l'emploi des grilles et permettant, en outre, d'arrêter ou de reprendre à volonté la combustion proportionnée, à chaque instant, au travail produit.

Ce foyer est essentiellement constitué par un gazogène en forme de cuve verticale rectangulaire, à la partie inférieure duquel est accolée une cuve plus petite, appelée la chambre de combustion. Cette chambre sert de foyer à une chaudière quelconque. Le gazogène et la chambre de combustion forment un espace clos, sauf du côté de la cheminée. Le chargement du combustible s'opère à la partie supérieure du gazogène au moyen d'une trémie disposée comme celle du gueulard d'un haut-fourneau. Le gazogène, en briques réfractaires, est armé extérieurement de plaques de

fonte, séparées des briques par un garnissage d'amianté, en vue de réduire autant que possible les pertes de chaleur. Une deuxième enveloppe de fonte entoure la première. Entre les deux enveloppes se trouve un espace annulaire dans lequel un ventilateur insufflé l'air nécessaire à la combustion. Cet air, après s'être légèrement échauffé au contact de la fonte, pénètre dans le gazogène à sa jonction avec la chambre de combustion. Le ventilateur est mû automatiquement : quand la pression tend à baisser dans la chaudière, une soupape à pointe envoi de la vapeur derrière un piston dont le déplacement permet l'arrivée de l'air insufflé par un ventilateur. Si la pression tend à monter, un déplacement inverse du piston supprime la communication du ventilateur avec le foyer : c'est ce que M. Marcel Deprez appelle le *principe du tout ou rien*. En fait, grâce à cette ingénieuse disposition, la pression se maintient remarquablement constante. L'alimentation de la chaudière est rendue également automatique par un procédé analogue.

Il est aisé de comprendre que, dès qu'on arrête l'insufflation d'air, la vaporisation s'arrête; car, le tirage naturel du foyer s'opérant de bas en haut, le sens du courant est instantanément renversé et les gaz chauds cessent de traverser la chaudière. Au repos, le combustible reste incandescent sans

se consumer sensiblement, parce qu'on ne permet que le très faible tirage naturel nécessaire pour éviter l'extinction. Le chargement de combustible ne se fait qu'à de longs intervalles. Il en est de même pour le nettoyage; aucune obstruction ne peut être produite par les scories et les cendres, qui, par suite de l'absence de grille, s'accumulent à la partie basse, directement sur la sole du foyer, où elles ne gênent en rien la circulation du gaz.

J'ai eu l'occasion d'assister à une suite d'essais faits sur un appareil de ce genre. Le gazogène avait environ 2^m,50 de hauteur. La chaudière était tubulaire, à tubes verticaux. On a brûlé successivement du coke, de l'anthracite, de la briquette, du charbon de Charleroi. C'est avec le coke et l'anthracite que l'on a obtenu les meilleurs résultats. La moyenne de tous ces essais (y compris la marche avec des briquettes assez défectueuses) a correspondu à une vaporisation de 7 kil. 42 par kilog de combustible, celui-ci ayant un pouvoir calorifique moyen de 7.890 calories. Il convient d'ajouter que la vapeur, produite à la pression de 7 kilogs, était surchauffée à 225°. Pour que la marche soit régulière, il faut que la descente du combustible s'opère sans accrochage. Du charbon collant ne pourrait convenir, à moins d'avoir recours à des précautions particulières. D'ailleurs, la forme parallépipédique donnée au gazogène n'est évidemment pas la meilleure : il faudrait, en pratique, préférer un tronc de cône écrasé vers le bas comme pour les cuves de hauts-fourneaux.

Au cours de ces essais, on a mesuré avec soin la température des gaz dans la chambre de combustion et à la sortie de la chaudière. La première était d'environ 1.600°, et la seconde de 300°. Il est remarquable que le parcours d'un faisceau tubulaire de 1 mètre seulement de longueur, avec tirage forcé, suffise pour abaisser, dans une pareille proportion, la température des gaz, dont on connaît la faible conductibilité. M. Marcel Deprez a exposé ses idées à cet égard dans une conférence faite, en 1903, à la Société des Ingénieurs civils. D'après lui, la variation de la température des gaz, dans le parcours d'un tube donné, est très peu influencée par la vitesse. En envoyant, par exemple, un courant d'air froid dans un tube entouré d'eau bouillante, il a trouvé qu'à la pression de 5 centimètres d'eau, l'air présentait à sa sortie une température de 84°; qu'à la pression de 50 centimètres, correspondant à la vitesse de 100 mètres à la seconde, la température était de 76°,5; et qu'à la pression de 1 mètre, donnant une vitesse de 125 mètres, la température atteignait encore 73°.

Pour expliquer ces faits et les traduire en équations, M. Marcel Deprez a imaginé une théorie dans le détail de laquelle nous ne pouvons entrer

ici, théorie basée sur l'idée que chaque molécule gazeuse, en arrivant au contact des parois, prend instantanément la température de celles-ci, puis retourne se mélanger à la masse. La rencontre des molécules avec la paroi serait due à une suite de permutations produites par le tourbillonnement que développent les frottements contre les parois. De même que, dans l'engrenage d'un pignon avec une crémaillère, il y a un rapport déterminé entre la rotation du pignon et la translation de la crémaillère, de même, d'après M. Marcel Deprez, il y a un rapport déterminé entre la translation de la masse gazeuse et le nombre de chocs moléculaires, rapport à peu près indépendant de la vitesse; et, de cette simple hypothèse, on déduit des formules qui concordent avec les données de l'expérience.

Il est intéressant de rapprocher du foyer Marcel Deprez et Verney un gazogène à flamme renversée, qui a été construit et expérimenté, il y a deux ans, par M. Jules Deschamps. Ici, la combustion renversée a été adoptée afin de transformer la plus grande partie des produits volatils et d'avoir, en outre, une température peu élevée au bas du gazogène, d'où les mâchefers et les cendres peuvent se retirer facilement par un joint hydraulique. L'appareil se compose essentiellement d'une cuve réfractaire cylindrique, remplie de combustible. L'entrée d'air se fait par une tuyère verticale suspendue au centre du couvercle qui ferme la partie supérieure : de cette façon, l'air est obligé de traverser toute la colonne. L'air est aspiré au bas de la cuve par un ventilateur. Deux ou trois orifices pratiqués dans le couvercle, à côté de la tuyère, permettent le chargement du combustible, et cette opération s'effectue sans difficulté, puisque le gaz, étant aspiré, ne refoule pas. A la partie inférieure, le combustible repose sur une grille fortement inclinée, placée sous le socle, et destinée uniquement à secouer le combustible pour en faciliter la descente dans le cas où il se serait formé un vide dans l'intérieur de la cuve. Le socle est terminé inférieurement par un bassin plein d'eau, où s'accumulent les cendres et les mâchefers. Les gaz aspirés traversent, au sortir de la cuve, un récupérateur où ils échauffent l'air appelé vers la tuyère; puis, après avoir parcouru les appareils d'épuration, ils arrivent au ventilateur, qui les refoule dans un gazomètre.

Ce gazogène est spécialement étudié en vue de l'application aux moteurs à gaz. Les essais ont montré que l'on pouvait utiliser sans inconvénient les charbons les plus pulvérulents, comme aussi les plus menus et les plus collants, sans qu'il se présentât de difficultés au passage de l'air dans le combustible, et que les charbons, même les plus

ceux-ci, ne donnaient aucun dépôt de mâchefers le long des parois. En outre, le gaz produit s'est montré toujours assez propre pour ne pas encrasser les soupapes du moteur. Avec certains combustibles, comme les déchets de coke ou d'antracite, on peut supprimer le ventilateur, et se contenter de l'appel fait directement par le moteur.

M. Jouguet a développé tout récemment, à Saint-Etienne, devant la Société de l'Industrie minière, des considérations intéressantes sur la façon d'analyser un essai de chaudière. L'auteur part de cette remarque que, pour estimer la valeur mécanique d'un combustible, il faut tenir compte non seulement de la chaleur cédée à la vapeur, mais encore de la température et, par conséquent, de la pression de cette vapeur, puisque, d'après le principe de Carnot, le travail disponible augmente, pour une même quantité de chaleur, avec cette température. En d'autres termes, le *bilan thermique*, suivant l'expression de l'auteur, doit être établi en s'occupant à la fois de la qualité et de la quantité de la chaleur. En reprenant à ce point de vue l'analyse d'expériences exécutées jadis par la compagnie P.-L.-M. sur une chaudière de locomotive et relatée dans les *Annales des Mines* de 1894, M. Jouguet arrive aux conclusions suivantes : le mode ordinaire de calcul évalue beaucoup trop haut la perte par les fumées et le produit donné par la chaudière ; il ne met pas en relief le défaut essentiel des chaudières, c'est-à-dire la différence de température qui existe entre les gaz brûlés et l'eau du générateur. Pour diminuer ce défaut, le seul moyen est d'augmenter la température de la chaudière, mais on est très limité de ce côté à cause de l'accroissement rapide de la tension de la vapeur avec la température. Les moteurs à combustion interne évitent la perte au chauffage ; mais, par contre, ils ont une perte très notable par les fumées, celles-ci quittant le moteur à une température élevée.

§ 2. — Chaudières de locomotives.

Les règlements en vigueur exigent que les locomotives évitent la production des fumées incommodes pour les voyageurs ou pour les voisins ; mais il est de notoriété publique que cette prescription n'est pas toujours observée. En fait, le problème de la fumivorité rigoureuse a toujours passé, jusqu'ici, pour à peu près insoluble. Cependant, M. Bernheim vient de signaler, dans les *Annales des Mines*, l'existence d'un appareil, dû à l'ingénieur autrichien Lang, qui fonctionne avec succès en Autriche, en Allemagne, en Suisse, et même dans la principauté de Monaco. Cet appareil est disposé de manière à introduire *automatiquement*, dans le foyer de la locomotive, la quantité d'air nécessaire et suffisante, à tout moment, pour parfaire la com-

bustion avec le concours d'une nappe de vapeur qui produit le brassage de l'air et de la flamme. L'organe essentiel est une soupape de distribution qui règle le courant de vapeur servant à entraîner l'air destiné au soufflage. Cette soupape est disposée de manière à s'ouvrir en grand chaque fois que le chauffeur ouvre la porte du foyer pour le chargement de combustible, et à ne se fermer ensuite que plus ou moins lentement, après le chargement, en suivant le mouvement d'un piston dans un cylindre à huile.

La *Revue*¹ a récemment entretenu ses lecteurs d'une locomotive d'un type nouveau, mise l'année dernière en service en Algérie : je crois devoir revenir un instant sur ce sujet. La locomotive dont il s'agit, due à M. Robert, ingénieur en chef du matériel et de la traction du Réseau algérien P.-L.-M., est pourvue d'une chaudière à tubes d'eau, c'est-à-dire que l'eau, au lieu d'environner les tubes parcourus par la flamme, suivant l'usage universellement adopté depuis Marc Séguin, circule à l'intérieur de tubes plongés dans la flamme. M. Robert a été conduit à essayer cette disposition par les difficultés qu'occasionne, en Algérie, la mauvaise qualité des eaux servant à l'alimentation des locomotives. C'est surtout l'entartrement dû au sulfate de chaux qui produit des effets désastreux : le métal recouvert d'incrustations s'échauffe au-dessus de la température de l'eau ambiante, et de là des dilatations inégales qui fatiguent énormément les diverses parties de la chaudière. La marine emploie depuis longtemps, pour les torpilleurs, des chaudières à tubes d'eau qui permettent, grâce au tirage forcé, une production intensive de vapeur ; mais, pour appliquer le même procédé aux locomotives, il fallait créer un modèle approprié aux conditions spéciales du problème.

La locomotive Robert présente la boîte à feu, le faisceau tubulaire et la boîte à fumée disposés dans l'ordre habituel. Le châssis et le mécanisme ne sont pas modifiés. Les tubes d'eau sont dans des plans perpendiculaires à l'axe longitudinal de la locomotive, et, dans chacun de ces plans, ils sont disposés d'après le principe suivant. Soit une série de circonférences ayant en commun deux points A, B, situés sur une même verticale. On sait qu'elles admettent comme trajectoires orthogonales d'autres circonférences ayant pour axe radical la perpendiculaire au milieu de AB. Prenons, parmi ces trajectoires orthogonales, deux circonférences entourant respectivement A et B. Ces deux circonférences représentent, en projection sur le plan considéré, deux cylindres dont on fait deux coffres pleins d'eau, et les axes des tubes d'eau sont cons-

¹ *Rev. gén. des Sc.*, 1903, p. 445.

titués par des circonférences orthogonales aux bases des deux coffres. Les tubes ont donc une forme circulaire, favorable à la dilatation. D'autres tubes à eau, accolés les uns aux autres, constituent les parois de la chaudière et du foyer. M. Jacob, ingénieur en chef du contrôle à Alger, qui a publié, dans les *Annales des Mines*, une Note à laquelle j'emprunte les détails précédents, fait observer que le nombre des tubes est, toutes choses égales d'ailleurs, trois fois plus élevé qu'avec la disposition usuelle, mais qu'en revanche les joints sont moins exposés aux coups de feu, et que le nouveau générateur, ne comportant pas de faces planes, se prête très bien à l'emploi des hautes pressions auxquelles conduisent les machines compound. L'expérience a, d'ailleurs, établi l'avantage du système quand on a de mauvaises eaux.

§ 3. — Explosions.

L'explosion de locomotive survenue le 4 juillet 1904 à la gare Saint-Lazare, sans occasionner d'accidents de personnes, a fortement ému l'opinion publique. Malgré de longues enquêtes, les ingénieurs n'ont pas réussi à se mettre d'accord sur les causes probables de cet accident. L'entente ne s'est même pas établie sur la désignation de la région qui a cédé la première, et les trois thèses suivantes sont demeurées en présence :

1° Effondrement du ciel du foyer, qui est tombé verticalement en se retournant sens dessus dessous. C'est l'hypothèse de la Compagnie de l'Ouest, hypothèse que M. Dubois, ingénieur de la Compagnie, a développée devant la Société d'Encouragement;

2° Tension excessive de la tôle de l'enveloppe cylindrique à sa partie inférieure, par suite de la traction des tirants-agrafes reliant cette tôle au foyer. C'est la théorie de M. Périssé, ingénieur expert, qui en a fait l'objet d'un article publié dans le *Génie Civil*. Les calculs sont effectués en négligeant totalement la résistance des entretoises;

3° Fragilité du métal au milieu de la hanche de la boîte à feu, vers le côté gauche. Un panneau de métal, détaché de l'enveloppe par suite de cette fragilité, a été projeté vers la rue de Rome, tandis que le reste de la chaudière se dirigeait en sens inverse. M. Frémont, auteur de cette interprétation, a exposé ses arguments dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*.

Il appartient à la Commission centrale des Appareils à vapeur de donner des conclusions officielles sur ce difficile sujet. Sans vouloir prendre ici parti, je rappelle que, dans une Note communiquée le 7 novembre 1904 à l'Académie des Sciences, j'ai cherché, à cette occasion, de quelle manière s'effectue l'abaissement de pression dans une chaudière, à la suite d'un commencement de

déchirure. Cet abaissement n'est pas instantané; il ne se produit qu'au bout d'un temps, à la vérité très court, qu'il est possible de calculer approximativement en s'appuyant sur les propriétés physiques de l'eau bouillante et de la vapeur. Il en résulte que les parois se comportent à peu près comme une étoffe sur laquelle on continue à tirer après l'avoir divisée en un point, ce qui explique la fragmentation excessive constatée, notamment, dans l'explosion de Saint-Lazare.

Les explosions de locomotives sont moins rares qu'on ne le croit généralement. D'après la statistique des chemins de fer et des tramways français, il y a eu, dans la période 1888-1903, 41 accidents pour une moyenne de 11.200 locomotives en service, soit, en moyenne, 2,88 accidents par 10.000 locomotives et par an. Dans la même période, l'ensemble des appareils à vapeur employés par toute l'industrie française a occasionné 594 accidents pour un nombre moyen d'appareils égal à 126.000, soit en moyenne 2,9 accidents par 10.000 appareils et par an. La moyenne est à peu près la même dans les deux cas; mais les explosions de locomotives n'ont occasionné, par 10.000 appareils et par an, que 0,28 mort, tandis que, pour les autres appareils, la moyenne correspondante s'est élevée à 1,8, soit six fois plus.

M. Compère, dans une statistique portant sur la période 1892-1904, a cherché à établir, au point de vue de la sécurité, une comparaison entre les chaudières à bouilleurs et les chaudières à foyers intérieurs. Il a trouvé qu'en France, par 10.000 chaudières et par an, il y a eu 2,3 accidents mortels avec les chaudières à bouilleurs et 1,4 avec les chaudières à foyers intérieurs. Il semble en résulter que les foyers intérieurs donnent plus de sécurité. Il est vrai qu'en France les foyers intérieurs sont relativement peu nombreux (1/4 du total environ). Mais, en Allemagne, le type à deux foyers intérieurs avec corps supérieur tubulaire tend de plus en plus à se répandre. Or, la statistique prussienne indique, pour la période décennale 1891-1900, par 10.000 chaudières et par an, 1,31 tués avec les chaudières à foyers extérieurs, contre 0,79 avec les chaudières à foyers intérieurs, et, ici encore, la balance penche en faveur de ce dernier type. On remarque, en outre, que les accidents graves sont relativement moins fréquents en Prusse qu'en France. Si l'on prend l'ensemble de l'Allemagne, on trouve 1,5 tués, contre 2,2 en France. On est porté à conclure de ces chiffres que les chaudières allemandes sont mieux construites ou mieux entretenues que les chaudières françaises. Toutefois, une remarque importante doit être formulée à cet égard. M. Walther-Mennier a trouvé expérimentalement que les tôles ayant fait un long usage sont

dangereuses parce qu'elles perdent leur élasticité; dans ces conditions, une avarie qui, dans une tôle homogène et élastique, se bornerait à une déformation, occasionne une rupture et une déchirure pouvant entraîner l'explosion. Aussi M. Walther-Meunier recommande-t-il de supprimer les chaudières ayant fonctionné pendant plus de trente-cinq ans. Or, le grand développement industriel de l'Allemagne ne date pas de si loin : l'âge relativement récent des chaudières allemandes peut donc contribuer en partie à la réduction du nombre des accidents.

Ceci m'amène à dire un mot du défaut appelé fragilité. M. Henri Le Châtelier a fait sur ce sujet une importante communication en 1901, à Budapest, au Congrès de l'Association internationale pour l'essai des matériaux, et je lui emprunte ce qui va suivre. La notion de la fragilité des fers et aciers fondus a été formulée d'une façon précise et étudiée expérimentalement, à peu près en même temps, par M. André Le Châtelier et M. Considère; leurs résultats ont été confirmés par de nombreux observateurs. La nécessité d'essais relatifs à la fragilité est aujourd'hui hors de discussion. Ces essais consistent à frapper avec un mouton une éprouvette ayant reçu au préalable une légère entaille, de forme et de profondeur déterminées. M. Frémont a mesuré directement la force vive absorbée dans la rupture en employant un mouton qui tombe d'une hauteur constante, suffisante pour rompre l'éprouvette au premier choc, et en déterminant la vitesse conservée par le mouton après la rupture. M. Charpy remplace le mouton à chute verticale par un pendule et mesure la hauteur à laquelle remonte ce pendule.

La fragilité des aciers à grain est fort variable; pour expliquer ce fait, M. H. Le Châtelier suppose qu'ils se trouvent souvent dans une situation limite pour laquelle la matière interne des grains et leurs enveloppes opposent une résistance égale à la déformation. Les circonstances les plus insignifiantes en apparence suffiront alors pour faire propager la déformation dans l'enveloppe, c'est-à-dire donner la cassure à grain et la fragilité, ou pour la faire passer par l'intérieur des grains en donnant la cassure à nerf et la malléabilité. Cet état limite est fréquemment réalisé en pratique, parce que, en raison de l'élaboration coûteuse qu'exige l'obtention d'un acier non fragile, le producteur s'arrête aussitôt que le résultat voulu paraît atteint.

Pour les métaux tout à fait fragiles ou pas du tout fragiles, il ne semble pas y avoir de différence entre les essais statiques et les essais au choc; mais cette différence peut être considérable pour certaines catégories de métaux limites. L'abaisse-

ment de température augmente la fragilité de certains aciers.

D'autre part, M. Frémont a cité le cas d'un acier qui n'était pas fragile pour une hauteur de chute d'un mètre et le devenait pour une hauteur de deux mètres. Les entailles, les surfaces anguleuses ont une grande influence sur l'apparition de la fragilité : c'est la base même de l'essai de fragilité, mais cette influence n'existe que pour les métaux limites.

En dehors des explosions proprement dites, les chaudières à vapeur donnent lieu à des accidents de moindre importance, parmi lesquels on peut citer les ruptures de tubes à niveau. Ces ruptures sont particulièrement à craindre sur les locomotives, parce qu'elles se produisent nécessairement sous les yeux du mécanicien et du chauffeur. L'augmentation progressive du timbre des chaudières tend à accroître la fréquence de ce genre d'accidents. Ainsi M. Bochet a trouvé que, sur les réseaux des grandes Compagnies, pour l'ensemble des années 1900-1901-1902, le nombre moyen annuel de ruptures ayant occasionné des blessures, rapporté à 1.000 locomotives en service, est de 2,76 pour les chaudières à timbre inférieur à 14 kilogs et de 10,96 pour les autres. On conçoit sans peine que le jet fluide, sortant avec d'autant plus de violence que sa pression est plus élevée, atteigne plus facilement les agents; en outre, il est probable que, par l'effet de la haute pression, le verre se brise en fragments plus petits, qui traversent plus aisément les ouvertures des enveloppes protectrices (fenêtres des protecteurs en tôle ou mailles des treilles métalliques).

Pour atténuer l'effet des éclats de verre, le mieux est, comme l'a fait, entre autres, la Compagnie P. L. M., de remplacer les protecteurs métalliques par d'épaisses glaces transparentes. Afin d'éviter les brûlures, on a proposé de réaliser la commande à distance des robinets des indicateurs, de façon que le mécanicien puisse, en cas de rupture, isoler l'appareil sans s'exposer au jet de vapeur. On a proposé aussi l'emploi de billes d'obturation automatiques; mais celles-ci doivent être soigneusement entretenues pour ne pas devenir une cause d'obstruction intempestive.

§ 4. — Chaudières marines.

Les progrès réalisés en France dans les machines et chaudières marines, de 1889 à 1904, ont fait l'objet d'un intéressant Rapport présenté par MM. Daynard et Lelong au Congrès international du Génie civil, militaire et maritime de l'Exposition de Saint-Louis. J'extrait de ce Rapport les indications qu'on va lire.

Pour les torpilleurs, on essaya d'abord les chau-

dières à tubes de fumée avec tirage forcé, analogues aux chaudières de locomotives. On arriva ainsi à des combustions de 300 kilogs par heure et par mètre de grille. Mais les difficultés d'entretien firent bientôt abandonner ce système, et aujourd'hui les chaudières aquitubulaires sont universellement préférées. Elles sont plus légères que les chaudières de locomotives et leur surface de grille est relativement plus développée. Pour obtenir une bonne circulation, on donne aux tubes une direction voisine de la verticale, et l'on ne garde que la courbure nécessaire pour les dilatations. Des écrans de tubes jointifs obligent les flammes à parcourir des trajets sinueux. On a imaginé récemment de former ces écrans avec des tubes à facettes, qui donnent, par leur réunion, des parois plus imperméables aux gaz que les tubes circulaires. En ce qui concerne les grands bâtiments, c'est surtout la question d'encombrement qui a fait abandonner l'ancienne chaudière cylindrique à retour de flammes : avec l'augmentation de puissance, le diamètre devenait tel que les chaudières se logeaient difficilement sous le pont blindé. Après de nombreux tâtonnements, on est arrivé à obtenir des chaudières aquitubulaires donnant toute satisfaction. Parmi elles, les chaudières Belleville, les plus anciennes en date, mais chaque jour perfectionnées, continuent à tenir, en France et en Angleterre, un rang des plus honorables. Il faut citer aussi les chaudières Niclausse qui, en 1904, étaient installées sur trente-deux bâtiments de guerre français. On a également essayé des chaudières à petits tubes, dont la souplesse d'allure est un grand avantage sur un navire de combat.

§ 5. — Condenseurs.

Dans la *Revue* de 1904 (page 560), j'ai analysé l'important « *Traité de la condensation* » de Weiss. On peut en rapprocher une étude, due à M. Lelong, sur les appareils de condensation des machines marines (1903). L'auteur examine d'abord les phénomènes qui se produisent pendant l'échappement, dans le tuyau réunissant le cylindre de basse pression au condenseur. Sa conclusion pratique est que la section du tuyau d'échappement doit être proportionnelle au débit de vapeur, ou, ce qui revient à peu près au même, à la puissance de la machine. Cette règle est à la fois plus simple et plus exacte que celle qui est habituellement suivie et qui consiste à prendre comme base le volume décrit par seconde par le cylindre de basse pression, sans tenir compte de la pression initiale et du degré de détente : on a ainsi provoqué dans les machines modernes des contre-pressions plus grandes que dans les anciennes machines, pour lesquelles le rapport entre le volume décrit dans

une seconde par le piston de basse pression et la puissance indiquée était sensiblement plus élevé qu'actuellement. Les condenseurs de la marine militaire française sont constitués par un faisceau de tubes droits parallèles, à l'intérieur desquels passe l'eau de circulation. Ces tubes sont en quinconce et leur écartement d'axe en axe est d'environ un diamètre et demi. Dans ces conditions, la surface réfrigérante qu'on peut loger par mètre cube d'encombrement est inversement proportionnelle au diamètre des tubes, ce qui conduit à réduire ce diamètre autant que le permettent le danger d'encrassement et la nécessité de conserver une rigidité suffisante. Les tubes longs fouettent sous l'action de la vapeur. Il y a donc lieu de préférer les condenseurs gros et courts. La pompe à air est verticale, à simple effet, avec trois rangées de clapets ; la conduite des pompes à air se fait par des machines indépendantes pour tous les bâtiments de la marine militaire française autres que les torpilleurs.

Il existe plusieurs manières de relier les appareils de condensation aux machines principales. La solution la plus répandue consiste à établir, pour chaque machine, un appareil de condensation complet et isolé du voisin. Cette solution a l'avantage d'assurer l'indépendance des groupes constituant chaque machine principale. Mais, en revanche, chaque machine principale se trouve immobilisée à la moindre avarie du condenseur. Sur la plupart des croiseurs récents de la marine française, on a établi deux appareils de condensation pour trois machines.

On voit que la marine est conduite à appliquer, dans une certaine mesure, le principe de la condensation centrale, dont les calculs de M. Weiss ont nettement établi l'utilité dans l'hypothèse d'un groupe important de chaudières. Sans revenir ici sur cette question de la condensation centrale, je rappelle aux lecteurs de la *Revue* que M. Chaleil a montré (1904, p. 4041) le grand avantage économique de compléter la condensation centrale par le dispositif Rateau, comportant un accumulateur de vapeur et une turbine à basse pression.

II. — DYNAMIQUE APPLIQUÉE.

Je réunis sous ce titre toutes les questions concernant le fonctionnement des machines, abstraction faite des phénomènes thermiques.

Dans la précédente revue, j'ai parlé des réactions et des choes dus aux forces d'inertie des pièces à mouvement alternatif. D'une manière générale, toutes les variations de vitesse, quelle que soit leur cause, exercent une influence fâcheuse. M. Lelong s'est proposé d'étudier en détail l'irrégularité

du mouvement de rotation des machines marines. Comme il ne saurait être question d'installer un volant sur ces machines, on se borne à rendre le moment moteur aussi régulier que possible, en agissant sur la régulation et sur le calage des manivelles. Mais d'autres facteurs importants interviennent dans la loi du mouvement. En particulier, la torsion élastique de l'arbre creux exerce, aux grandes allures, une influence considérable, de telle sorte qu'il suffit d'un changement de diamètre de l'arbre, même peu important, pour modifier d'une façon très appréciable les écarts de vitesse. Les effets de l'irrégularité de rotation sont multiples. Ils doivent être envisagés au triple point de vue : 1° de la fatigue supportée par les organes de la machine; 2° du rendement de l'hélice; 3° des vibrations de la coque.

En ce qui concerne notamment le rendement de l'hélice, M. Lelong fait remarquer que, par suite des variations de vitesse, l'angle d'attaque du propulseur change à chaque instant; les résultats les plus défavorables doivent correspondre au cas où l'angle d'attaque tombe sensiblement au-dessous de sa valeur optimum $2^{\circ},30$, en raison de la rapidité avec laquelle s'abaisse alors la courbe de rendement. L'auteur pense qu'il convient peut-être d'attribuer à un fait de ce genre les chutes d'utilisation qu'on observe à grande allure sur certains bâtiments, et qui ne paraissent pas dues aux formes de la carène.

Dans un second travail, M. Lelong est revenu spécialement sur la question de la vibration des navires. Les causes de vibration sont : d'une part les forces d'inertie des machines, d'autre part les variations d'effort des hélices. Pour atténuer les forces d'inertie, on cherche à obtenir un équilibre aussi parfait que possible des pièces oscillantes. Le problème a été résolu jadis, sur le vaisseau *Eylau*, en employant une machine à deux cylindres égaux, dans laquelle les bielles et les manivelles étaient contrebalancées par un attelage symétriquement disposé par rapport à l'arbre et conduisant un contrepoids de manière à donner à celui-ci un mouvement rectiligne symétrique de celui des pistons. Cette disposition est inapplicable sur les grandes machines de la marine moderne.

On peut détruire la résultante horizontale des forces d'inertie et le moment de cette résultante à l'aide de contrepoids de manivelles. La résultante verticale des forces d'inertie peut également être annulée en donnant aux attelages des poids égaux et des calages symétriques. Ce procédé, mis en évidence par M. Normand, est employé actuellement par plusieurs constructeurs. Le moment de tangage est beaucoup plus difficile à équilibrer. Les procédés qui agissent sur les calages risquent

d'augmenter les vibrations de grande fréquence (harmoniques supérieures de la série de Fourier). On peut avoir recours aux contrepoids tournants, ce qui se fait pour les moteurs de dynamos par exemple. D'ailleurs, il suffit de placer les machines au centre du navire pour combattre d'une façon efficace l'action de ce moment de tangage; l'équilibrage complet exigerait au moins six cylindres.

En ce qui concerne les hélices, les variations d'effort sur la coque proviennent : de la poussée sur le palier de butée, influencée par l'irrégularité du mouvement de rotation; de la pression exercée sur les supports par suite des poussées transversales que l'eau exerce sur les ailes; enfin des chocs exercés sur la carène par l'eau que rejette l'hélice. M. Lelong conseille de donner quatre ailes aux hélices centrales et d'incurver ces ailes de manière à régulariser l'action de l'eau. Le remplacement d'une hélice à trois ailes droites par une hélice à quatre ailes incurvées en lame de sabre a permis d'atténuer les vibrations de la coque du *Château-Renault*.

Avant de quitter ce qui se rattache au génie maritime, je signalerai encore une étude de M. Lelong sur l'état actuel de la question des hélices, envisagée au point de vue du rendement. On s'est longtemps contenté de règles empiriques. L'augmentation de la vitesse des navires a conduit à serrer la question de plus près, théoriquement et expérimentalement. On a mis ainsi en évidence trois points dont l'importance échappait il y a quinze ans, savoir : la nécessité d'une arrivée d'eau régulière et parallèle à l'axe, l'importance de la surface propulsive et le phénomène de la cavitation. La question ainsi localisée paraît mûre pour des expériences méthodiques.

L'influence perturbatrice des forces d'inertie, dont nous venons de voir les effets à bord des navires, est connue et étudiée depuis longtemps en ce qui concerne les locomotives. Le Châtelier a montré, il y a cinquante ans, comment on peut réduire cette influence, au moyen de contrepoids; il a analysé aussi les perturbations dues aux variations de pression de la vapeur sur les pistons. Yvon Villarceau et M. Nadal ont traité analytiquement le problème général de la stabilité des locomotives. Un fait remarquable, sur lequel Vicaire a appelé spécialement l'attention, est celui de l'existence de certaines vitesses dangereuses, correspondant au synchronisme entre les périodes de deux ou plusieurs causes de perturbation. On conçoit, par exemple, que l'allure puisse être particulièrement instable, si la durée d'oscillation des ressorts (durée indépendante de la vitesse de marche) coïncide avec la durée d'oscillation des bielles ou avec un multiple de cette durée. M. Georges Marié vient de

reprendre la question en tenant compte des résistances passives. Il recherche les conditions les plus défavorables du synchronisme entre la durée d'une révolution des roues motrices et la durée d'une oscillation complète de la machine. Le synchronisme simple ne se présente que pour les vitesses faibles. Pour les très grandes vitesses, il peut exister trois révolutions des roues motrices pendant une oscillation complète; en général, les cas de synchronisme avec multiples impairs sont les plus défavorables. L'amplitude des oscillations augmente, d'après M. Marié, jusqu'à ce que le travail du frottement dû au déplacement latéral du bogie, des lames de ressorts, etc., pendant l'oscillation simple soit au moins égal à la demi-force vive due à l'impulsion des forces perturbatrices. On s'est demandé si les roues, par leur action gyroscopique, peuvent opposer une résistance efficace à leur soulèvement; M. Marié trouve qu'il n'en est rien. Les locomotives actuelles de trains rapides, à quatre cylindres, munies de bogies à déplacement latéral avec frottement, ne sont généralement pas sujettes à des oscillations assez fortes pour entraîner par elles-mêmes des déraillements, même aux plus grandes vitesses; mais il faut éviter de trop diminuer les frottements. Les conclusions auxquelles l'auteur aboutit sont les suivantes: 1° il faut diminuer le plus possible les oscillations en agissant sur les causes qui les produisent; 2° il faut donner au matériel de la souplesse dans tous les sens, avec frottements partout suffisants pour amortir rapidement les oscillations que l'on ne peut éviter.

Certains constructeurs d'automobiles ont déjà imaginé d'installer des amortisseurs qui absorbent par un frottement considérable la force vive d'oscillation des ressorts: cette pratique est excellente et la sécurité demanderait qu'elle fût généralisée.

Pour les véhicules de chemins de fer, la question de stabilité est plus simple que pour les locomotives. Les influences dominantes sont alors la durée d'oscillation des ressorts et la durée du balancement du véhicule autour de son axe longitudinal: cette dernière dépend de la forme du véhicule et de la conicité des bandages. M. Sabouret, ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Ouest, a entrepris l'étude expérimentale des mouvements secondaires des véhicules en marche; il emploie, à cet effet, des enregistreurs appropriés. Il a pu ainsi reconnaître que, dans certaines voitures, à allure médiocre, les oscillations transversales de la caisse ont une fréquence double de celle des oscillations verticales des ressorts de suspension: on a donc là un exemple bien net d'instabilité due au synchronisme de deux actions périodiques. Un moyen radical d'éviter ces effets de synchronisme consis-

terait à établir les divers ressorts de façon qu'il n'existât aucun rapport simple entre leur durée d'oscillation: procédé analogue à celui qui consiste à faire rompre le pas d'une troupe de soldats au passage d'un pont suspendu.

III. — QUESTIONS DIVERSES.

§ 1. — Frottement de glissement.

Parmi les causes qui influencent le rendement d'une machine quelconque, l'une des plus générales est le frottement de glissement. Ce frottement a toujours lieu, en pratique, par l'intermédiaire de surfaces lubrifiées: c'est un frottement *médiat*, auquel ne conviennent pas les lois du frottement *immédiat*, c'est-à-dire du frottement à sec, établies par Coulomb et le général Morin. Dans la précédente revue, j'ai indiqué les études de M. Petroff sur ce sujet. Quoi qu'il en soit, on a souvent recours, dans les applications, à l'emploi des lois de Coulomb, et c'est ainsi que l'on calcule, par exemple, le frottement des engrenages.

Les lois de Coulomb ont un caractère purement empirique, et personne n'a jamais soutenu que, même dans le cas du frottement immédiat, elles eussent la valeur de lois mathématiques. Mais M. Painlevé est allé plus loin, et il a montré qu'elles conduisent à des conséquences incompatibles avec les principes de la Mécanique rationnelle. L'incompatibilité consiste en ceci que, dans certaines circonstances, ces lois donneraient pour la pression mutuelle de deux corps en contact une valeur négative. Soit, par exemple, un disque circulaire non homogène, lancé, sans rotation initiale, dans un plan vertical, au contact d'une planche horizontale. Si l'on admet, avec Coulomb, que, pendant le glissement, le rapport entre l'action tangentielle et la pression normale est égal à une constante f (coefficient de frottement) dépendant uniquement de la nature des surfaces en contact, on trouve que, quand les surfaces sont suffisamment rugueuses, la pression normale se trouve remplacée par une attraction de ces surfaces, résultat inadmissible si l'on suppose que rien ne s'oppose à la séparation des deux corps.

Les calculs de M. Painlevé sont faits en considérant les corps comme doués d'une rigidité absolue. Mais on sait déjà, par l'exemple du choc, qu'il est souvent indispensable de tenir compte de l'élasticité des solides naturels, ceux-ci n'étant jamais mathématiquement rigides, et j'ai tâché d'établir que cette propriété suffit pour faire disparaître, en réalité, la difficulté théorique dont il s'agit. L'élasticité, dans le cas du frottement, intervient de deux manières: d'abord en permettant aux corps en

contact de s'aplatir légèrement l'un contre l'autre, ensuite en obligeant les deux corps, à l'instant où ils commencent à se frôler, à s'entraîner mutuellement par l'engrènement de leurs aspérités, de façon que la couche extérieure de chaque corps éprouve tout d'abord, par rapport aux couches profondes, un déplacement progressif proportionnel à la force tangentielle. M. Beilby en Angleterre, MM. Osmond et Cartaud en France, ont trouvé expérimentalement que, même dans le cas de métaux polis avec le plus grand soin, les surfaces manifestent ce genre d'entraînement. Il y a donc une période préparatoire pendant laquelle le coefficient de frottement, d'abord nul, croît jusqu'à sa limite supérieure. Ceci posé, on démontre que la déformation normale et la déformation tangentielle s'opposent, chacune de leur côté, à l'apparition de pressions négatives. Les difficultés théoriques que semblent entraîner les lois de Coulomb tiennent donc uniquement à ce qu'on fait abstraction de l'élasticité des solides naturels et elles sont du même ordre que celles qu'on rencontre en étudiant le choc de corps parfaitement polis.

En admettant l'exactitude pratique des lois de Coulomb, je me suis proposé de calculer le rendement du joint universel, ou joint de Cardan, dont on connaît les applications récentes dans l'automobilisme et dans le train Renard. Si l'on appelle A l'angle des deux axes réunis par un pareil joint, φ l'angle de frottement, λ le rapport entre le rayon des tourillons et la longueur des bras du croisillon, ce rendement est égal à l'unité diminuée de la quantité :

$$\frac{2}{\pi} \lambda \sin \varphi \left[\operatorname{tg} A + \log \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{A}{2} \right) \right].$$

Quand A est assez petit pour qu'on puisse négliger les puissances de cet angle supérieures à la seconde, l'excès de l'unité sur le rendement prend la forme plus simple : $\frac{4}{\pi} \lambda \sin \varphi$. Ces résultats concernent la disposition classique du joint universel. On rencontre fréquemment dans l'industrie la disposition plus simple que voici : l'un des arbres est terminé par un boisseau cylindrique pourvu de fentes longitudinales, et ces fentes servent à guider des coulissex portés par l'extrémité de l'autre arbre. Au point de vue cinématique, le fonctionnement est le même qu'avec le croisillon ordinaire ; mais le frottement s'exerce d'une autre façon. Ce rendement diffère alors de l'unité d'une quantité :

$$\frac{2}{\pi} \operatorname{tg} \varphi \times \log \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{A}{2} \right),$$

expression qui, pour les petites valeurs de A , se réduit sensiblement à $2A/\pi \times \operatorname{tg} \varphi$. Dès lors, il est aisé de voir que, si le rapport λ est inférieur à

$1/2 \cos \varphi$, ainsi que cela a toujours lieu en réalité, l'ancienne disposition est préférable au point de vue de la perte de travail due au frottement.

§ 2. — Pivotement.

D'après les recherches publiées en 1876 par M. Léauté, le couple résistant qui, par l'effet du frottement de glissement, prend naissance dans le pivotement relatif de deux corps est proportionnel à la longueur de l'ellipse limitant la petite aire de contact. Ce remarquable résultat a été obtenu en partant d'une hypothèse simple sur la déformation des deux corps due à leur pression mutuelle : on admet qu'en prenant pour position initiale celle où les deux corps se touchent en un seul point P , avec pression nulle, le déplacement éprouvé (avant pivotement) par chaque point de l'un des corps, pour venir en coïncidence avec un point de l'autre corps, est parallèle à la normale commune en P et que la pression finale est proportionnelle à l'écart primitif des points amenés ainsi en coïncidence.

En 1882, Hertz a appliqué la théorie mathématique de l'élasticité à l'étude du contact de deux corps pressés normalement l'un contre l'autre. Comme il fallait s'y attendre, les conclusions auxquelles il est parvenu ne concordent qu'imparfaitement avec celles qu'on déduit de l'hypothèse précédente. Les déplacements, au lieu d'être normaux au plan tangent commun, sont inclinés sur ce plan, et la répartition des pressions, à l'intérieur de l'aire de contact, n'obéit pas à la loi prévue. En reprenant, dans ces conditions, les calculs de M. Léauté, j'ai établi que la loi formulée par l'éminent ingénieur conserve son exactitude, mais qu'il y a lieu de modifier un coefficient numérique. Désignant par f le coefficient de frottement, par P la pression totale, par E la longueur de l'ellipse de contact, la théorie de Hertz conduit, pour le moment de pivotement, à l'expression $0,093 fEP$, tandis qu'avec l'ancienne théorie, on avait $0,085 fEP$. Il y a donc un écart de 10% environ.

La théorie de Hertz permet de calculer, en fonction des courbures des deux surfaces, pour une pression totale donnée, les deux axes de l'ellipse de contact et, par conséquent, le contour E . Les formules sont fort compliquées ; mais elles se simplifient quand on se borne à considérer le contact d'une bille sphérique avec un cône, et elles ont été, pour ce cas particulier, traduites en tables numériques par M. Heerwagen. J'ai utilisé ces tables pour examiner ce qui arrive lorsqu'une bille roule et pivote entre deux cônes parallèles, comme dans le cas des roulements à billes. On trouve que la résistance au pivotement est plus grande au contact du cône extérieur (la cuvette) qu'au contact du cône intérieur. Il faut en conclure que le pivote-

ment tend à se produire exclusivement entre la bille et le cône intérieur, et l'observation montre, en effet, que le cône s'use plus vite que la cuvette.

La théorie de Hertz suppose essentiellement qu'au contact des deux corps la limite d'élasticité n'est pas dépassée, circonstance qui, vu la petitesse de l'aire de contact, peut survenir assez vite. Hertz, qui a prévu cette objection, a vérifié expérimentalement, pour des variations de pression assez étendues, l'exactitude de ses calculs. D'autres vérifications ont été faites en 1900 par le Professeur Stribeck. D'ailleurs, la résistance au pivotement ne saurait être sensiblement altérée par un léger dépassement de la limite d'élasticité, cet effet devant se produire surtout vers le centre du contact, c'est-à-dire dans la région où le glissement est négligeable. On pourrait encore objecter à l'emploi de la théorie de Hertz pour l'étude du pivotement que Hertz regarde les surfaces en contact comme parfaitement polies, ce qui exclut l'existence du frottement de glissement. Mais, pourvu que celui-ci ne soit pas trop grand, il ne saurait modifier beaucoup les pressions normales.

§ 3. — Transmission par courroies.

Ce genre de transmission, si simple et si universellement employé, a reçu, il y a quelque temps, du capitaine Leneveu, un perfectionnement dont l'importance pratique s'affirme chaque jour davantage. Avec ce dispositif, la section des courroies peut être réduite à la moitié ou au tiers de celle qui était jusqu'ici reconnue indispensable. En outre, on n'est plus astreint, comme précédemment, à laisser un intervalle assez grand entre les deux arbres sur lesquels porte la courroie : l'intervalle peut être rendu à peine supérieur à la somme des rayons des poulies, et cela quel que soit le rapport de ces rayons. Pour obtenir des résultats aussi avantageux, il suffit d'adjoindre un galet enrouleur déterminant un enveloppement plus grand de la courroie sur les poulies. Le galet est porté par un bras oscillant autour de l'un des arbres, et il exerce sur la courroie la légère pression destinée à assurer l'enroulement.

M. Rozé, qui a étudié avec grand soin, au point de vue théorique, la transmission Leneveu, explique de la façon suivante les résultats constatés. Les courroies sont élastiques et reprennent leur état initial, même après avoir subi une traction considérable. Mais le travail interne par lequel s'accomplit ce retour à l'état initial exige un temps qui peut être très long quand la déformation a dépassé certaines limites. Or, dans la transmission par lien flexible, chaque partie du lien passe incessamment de l'état de tension maximum (brin moteur) à l'état de tension minimum (brin conduit), et cela

dans un temps d'autant plus court que la transmission marche plus vite. La longueur totale de la courroie est donc plus grande à l'état dynamique qu'à l'état d'équilibre statique, ce qui diminue la tension moyenne. On est, par suite, obligé, pour conserver en marche le minimum de tension propre à empêcher le glissement, d'exagérer la tension au repos. De là une fatigue permanente, à l'état statique, pour les arbres et pour le lien, et par conséquent un allongement indéfini de celui-ci. Il faut employer des liens plus forts que ne l'exigeraient la grandeur de l'effort transmis, et les retendre fréquemment. Avec le système Leneveu, au contraire, la tension initiale est insignifiante. Le rôle du galet est de maintenir constante, au repos ou pendant le mouvement, cette faible tension initiale, qui devient suffisante, eu égard à l'enroulement, parce qu'elle est indépendante des variations de l'effort transmis. En un mot, le galet a pour véritable rôle celui de *réducteur de tension* ; il sert en même temps à augmenter l'angle d'enroulement, et cet effet contribue, lui aussi, à réduire la tension.

M. Rozé fait observer, d'autre part, que la valeur 0,2, généralement adoptée pour le coefficient de frottement d'une courroie sur une poulie, est déduite d'expériences statiques qui ne renseignent pas sur la valeur réelle de ce coefficient pendant la marche. Déjà, M. Richard a été conduit à considérer la valeur 0,4 comme n'ayant rien d'exagéré pour des courroies très souples. M. Rozé pense que, dans la transmission Leneveu, le coefficient doit pratiquement dépasser 0,5, ce qui grandit beaucoup l'influence de l'angle d'enroulement.

Le galet enrouleur a un autre effet utile, consistant à combattre l'inertie de la courroie. A l'instant où le brin conduit doit s'infléchir pour prendre la courbure de la poulie conduite, il tend, par son inertie, à continuer son mouvement rectiligne. A l'instant où le même brin quitte la poulie motrice, la force centrifuge tend également à diminuer l'angle d'enroulement. Ces effets, qui se manifestent surtout dans les transmissions rapides, s'ajoutent à ceux de la raideur statique. Le galet enrouleur, à cause de l'opposition des courbures du galet et de la poulie, précipite en quelque sorte le lien sur la poulie, et atténue par suite le défaut dont il s'agit.

On voit que, même dans une question aussi vieille et aussi rebattue, en apparence, que celle des transmissions par courroie, l'alliance de la théorie et de la pratique peut conduire à d'importantes conséquences. Le champ du progrès n'est jamais épuisé, et de nouvelles fouilles laissent toujours espérer des découvertes utiles.

L. Lecornu.

Professeur à l'École Polytechnique
et à l'École Supérieure des Mines.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Krazer (Ad.), *Professeur de Mathématiques à l'École technique de Carlsruhe.* — **Lehrbuch der Theta-funktionen.** — 1 vol. gr. in-8° de 309 pages avec figures. (Prix : 30 fr.) B. G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1903.

Le fondateur de la théorie des fonctions thêta est le savant géomètre allemand Jacobi, dont on a célébré le centième anniversaire de la naissance à l'occasion du III^e Congrès international des Mathématiciens, tenu à Heidelberg en août 1904. Suivant l'opinion de Dirichlet, l'idée d'étudier pour eux-mêmes les produits infinis dont s'est servi Abel pour exprimer les fonctions elliptiques sous forme de quotient doit même être placée au premier rang des conceptions de Jacobi. C'est donc à juste titre que les fonctions thêta sont souvent désignées sous le nom de fonctions de Jacobi. Aujourd'hui, ces fonctions jouent un rôle important, non seulement dans la théorie des fonctions elliptiques et en Analyse, mais encore dans divers domaines de l'Algèbre, de la Théorie des nombres et de la Géométrie. Leur étude est généralement présentée sous une forme très restreinte dans les traités de fonctions elliptiques; aussi un traité consacré uniquement aux fonctions thêta répond-il à un véritable besoin. Il faut donc savoir gré à M. Krazer d'avoir écrit ce traité, qui fait partie de la *Collection Teubner*, et pour la publication duquel il était tout particulièrement désigné, en raison des beaux travaux qu'il consacre à ce domaine de l'Analyse depuis une vingtaine d'années.

L'ouvrage est divisé en trois parties. L'auteur prend comme point de départ la série :

$$\sum_{m=-\infty}^{+\infty} z_m, \quad \text{où} \quad z_m = c\sigma m^2 + bm + c,$$

et il étudie, dans la *Première partie*, les fonctions thêta générales à caractéristiques quelconques. Cette étude a principalement pour objet les séries thêta, la transformation des fonctions thêta et la multiplication complexe. La *Seconde partie* est consacrée à un examen très approfondi du cas des caractéristiques rationnelles, d'après les travaux de Riemann, Prym, Nøther, Jordan, Weber et d'autres. Enfin, dans la *Troisième partie* sont étudiées des catégories spéciales de fonctions thêta. On y trouve notamment les fonctions thêta d'Abel, de Riemann, les fonctions thêta hyperelliptiques et le problème de la réduction d'intégrales abéliennes et des fonctions thêta qui s'y rattachent.

Chaque chapitre est accompagné d'aperçus historiques et de notes bibliographiques qui permettent au lecteur d'avoir recours aux Mémoires originaux. Le soin avec lequel ces documents ont été groupés, joint à la clarté de l'exposé, fait de cette étude systématique des fonctions thêta un traité d'un grand intérêt pour tous ceux qui suivent les progrès de la théorie des fonctions. Mais, de plus, ce sera un guide précieux pour les étudiants qui possèdent les principes fondamentaux de cette théorie et qui désirent entreprendre une étude approfondie des fonctions de Jacobi. Il leur fournira d'utiles indications sur les divers points de vue auxquels se sont placés les auteurs et sur les notations dont ils ont fait usage.

H. FEHR.

Professeur à l'Université de Genève.

Hart (G.). — **Les Turbines à vapeur.** — 1 vol. in-8° de 140 pages, avec 53 figures. (Prix : 4 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1903.

C'est en 1884 que M. Parsons construisit la première

turbine à vapeur qui ait été utilisée industriellement. Au commencement de 1904, on pouvait évaluer à près de 4.100.000 chevaux la puissance développée par les turbines de ce genre alors existantes. Et il faut s'attendre à les voir s'accroître suivant une progression toujours plus rapide. La turbine à vapeur se trouve, en effet, dans des conditions thermiques et mécaniques plus avantageuses que la machine alternative.

Ses principaux avantages sont : la continuité de son mouvement de rotation, son poids et son encombrement relativement faibles, ses frottements réduits, l'absence de toute action de paroi, de toutes condensations et revaporisations successives.

Dans le cas particulier de la propulsion des navires, l'emploi d'une turbine à vapeur permet de réduire le pas, le diamètre et le poids des hélices, leurs chances d'émersion et d'emballement, le poids de leurs arbres. Pour la conduite d'une dynamo, la marche de la turbine est très facile à régler suivant sa charge.

Et les inconvénients de ce moteur (manque d'élasticité de son fonctionnement économique, grande vitesse de rotation, non-réversibilité de marche) sont, du moins pour les deux premiers, d'ores et déjà atténués.

Après une classification des diverses turbines à vapeur et leur théorie sommaire, l'ouvrage décrit les principaux types, leurs installations principales, les résultats qu'ils obtiennent.

Le type Parsons, à roues multiples, n'entre pas pour moins de 600.000 chevaux dans la puissance totale que nous avons dite. Cette puissance est répartie entre unités variant de 30 à 10.000 chevaux. La vitesse, qui était primitivement de 18.000 tours, a pu être abaissée à 1.000 et même parfois 500 tours, tout en conservant un bon rendement. Un quart de leur puissance totale sert à la propulsion des navires : *Turbinia*, bateau d'expériences, *Viper*, *Cobra*, *Velon*, contre-torpilleurs de la marine anglaise, qui ont atteint la vitesse de 36,6 nœuds, et plusieurs yachts ou paquebots, parmi lesquels la *Queen Alexandra*, de 82^m35 de longueur, qui a réalisé la vitesse de 24,68 nœuds pour une puissance approximative de 4.500 chevaux.

La turbine de Laval, dont la première utilisation date de 1892, est à roue simple : la vapeur, détendue dans le distributeur, pénètre dans les aubes d'un côté et en ressort par l'autre. Elle entre dans le total déjà donné pour 135.000 chevaux, tous affectés à des services de terre. Elle est réservée aux puissances moyennes, pour la conduite des pompes, dynamos, ventilateurs...

La turbine Rateau (14.800 chevaux au commencement de 1904) est née, en 1896, sous la forme d'une ou deux roues genre Pelton, recevant la vapeur à l'aide de tuyères divergentes placées à la périphérie et dans le plan médian des roues. Un peu plus tard, elle a pris la forme d'une turbine à roues multiples dite *multicellulaire*. M. Rateau s'est surtout efforcé d'obtenir un rendement mécanique élevé, malgré une vitesse angulaire très faible. Ses turbines sont propres aux services de terre et à la propulsion des navires.

Indépendamment de ces types, qui sont à peu près les seuls employés en France, M. Hart étudie les types : Curtis (290.000 chevaux) à axe vertical, qui n'a guère été utilisé jusqu'ici qu'en Amérique et en Angleterre pour la conduite des machines électriques, Riedler-Stumpf, Zelly, Lindwark, Westinghouse, Veichelt, Schulz et Bréguet à disques de Laval.

Cet ouvrage, méthodique et clair, arrive bien à son heure.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Von Czudnochowski (Walther Biegon), *ingénieur*. — *Das elektrische Bogenlicht, seine Entwicklung und seine physikalischen Grundlagen. Erste Lieferung* (Prix : 3 marks). S. Hirzel, éditeur, Leipzig.

Ce fascicule de 100 pages si remplies, d'une si copieuse documentation, n'est qu'une introduction à une monographie de l'arc électrique.

Après les étapes de la découverte de l'arc, due sans conteste à Davy, datant, non pas de 1801, mais de 1808 (recherches de Silv. Thompson et M^{me} Ayrton), vient un exposé historique du rôle de la lumière artificielle depuis l'antiquité la plus reculée, qui lui attribuait un caractère vénérable et sacré. Le développement du commerce a déterminé les progrès successifs et a conduit, des pots de graisse usités pour l'éclairage public par les Assyriens, les Egyptiens et les Perses, à l'éclairage électrique moderne, dont les formes les plus récentes sont les lampes à incandescence de Nernst et d'Auer (filament d'osmium), les arcs de Bremer, de Rasch et de Cooper-Hewitt.

Ensuite, l'auteur reprend tous les éléments physiques de la lumière et, en toute question, il applique invariablement sa méthode « historique et critique », qui, d'ailleurs, ne justifie pas suffisamment sa seconde dénomination.

Nous passons en revue nombre de questions qui auraient pu, à bon droit, être supposées connues du lecteur. C'est ainsi que se présentent successivement la vitesse de la lumière, son mode de propagation, sa nature électromagnétique, et aussi la densité de l'éther, puis les spectres continus, de lignes ou de bandes, les formules spectrales, enfin les genres de sources lumineuses, par élévation de température ou par luminescence.

Alors se place un cours très complet de photométrie, renfermant, d'ailleurs, certains renseignements intéressants, mais dans lequel l'auteur s'est bien gardé d'omettre même les tout premiers éléments. Certains tableaux de valeurs numériques exigeraient d'être revus : il est difficile, par exemple, de concilier la valeur donnée page 23 pour la bougie Hefner (0,885 de la bougie décimale) avec sa valeur page 25 rapportée à l'étalon Violle (1 violle = 19,5 bougies Hefner). D'autre part, quand il s'agit de l'affaiblissement, dans une proportion bien déterminée, d'un faisceau lumineux qu'on fait réfléchir, est-il bien nécessaire de faire figurer dans des tableaux numériques des surfaces aussi vaguement déterminées que du papier de journal ou des boîtes : 1° propres; 2° malpropres? Le principe de tous les photomètres possibles, même photochimiques, se trouve indiqué. Il est juste de reconnaître que la question de la photométrie des lumières différemment colorées est exposée avec soin, tant en ce qui concerne la méthode spectrophotométrique que l'emploi de milieux absorbants, c'est-à-dire les méthodes à une ou deux couleurs de Crova, d'Abney, de Macé de Lépinay, d'Ayrton et Perry. La haute puissance lumineuse de l'arc rend souvent nécessaire de le reporter à une distance telle du photomètre qu'il devient nécessaire de tenir compte du coefficient de transmission de l'atmosphère; on se sert alors des nombres déterminés par Allard (Service des Phares français). Le secteur tournant de Brodhun peut éviter l'ennui d'opérer à de si grandes distances.

Après une étude consciencieuse du rayonnement non uniforme de l'arc électrique, et des courbes d'intensités lumineuses, l'auteur aborde le problème de la répartition artificielle de la lumière suivant les genres d'applications, et dans cette revue on trouvera même l'histoire des effets lumineux au théâtre et des fontaines lumineuses. La diversité des moyens en usage (réflecteurs, écrans, globes diffuseurs ou réfractants) permet de modifier à volonté la répartition de manière à atteindre le but désiré.

Dans les cas des phares et projecteurs, il insiste longuement sur les origines, et développe à ce propos des considérations qui lui sont peut-être trop personnelles. Par contre, les dispositions actuelles, les plus intéressantes à approfondir, auraient mérité mieux qu'une simple étude extérieure, formée de renseignements rassemblés bout à bout. On peut s'étonner que l'auteur assigne comme but de ces appareils la production de faisceaux exclusivement parallèles, qu'il ne soupçonne pas l'importance de l'ouverture des faisceaux, qu'il ignore les feux-éclairs de Bourdelles, et enfin que nulle part il ne soit question du rôle de l'éclat intrinsèque de la source. Ce n'est pas assez de l'unique affirmation, au début et à la fin de la photométrie, que, de deux sources lumineuses, la meilleure est « la plus claire ».

Puis l'auteur développe à juste titre tous les éléments qui doivent intervenir pour déterminer le choix de la source de lumière, dans chaque cas particulier. Il convient de se préoccuper, non seulement de la consommation spécifique, mais encore de la chaleur produite, de la nature plus ou moins nocive des produits de la combustion, de la couleur de la lumière, des dépenses et des difficultés d'entretien, des frais d'installation, des pertes d'exploitation. C'est ainsi que chacune des sources de lumière connues peut se trouver la plus avantageuse dans un cas déterminé. Naturellement, au point de vue du rendement, la lumière électrique est bien supérieure à toutes les autres, et la forme par arc très supérieure à l'incandescence. Actuellement, l'arc le plus économique est l'arc à flamme de Bremer (0^v,43 seulement par bougie); malheureusement, il a comme inconvénients non seulement la formation ordinaire de produits nitreux, mais encore sa couleur et surtout un abondant dégagement de fumée.

En abordant l'étude théorique du rendement des sources lumineuses, l'auteur ne peut se dispenser de dire d'abord que la source idéale de lumière devrait posséder toutes les qualités, et en même temps ne rien coûter; ensuite, il reprend des généralités superflues sur la conservation de l'énergie et sur ses transformations, sur tous les équivalents numériques mutuels. Alors il entre dans le véritable sujet et expose la question de l'équivalent mécanique de la lumière, grandeur dont il serait très commode de pouvoir faire usage, mais dont la détermination, tentée successivement par Thomsen, Tumlirz, Angström et Wiedemann, n'a conduit jusqu'ici à aucun résultat pratique. Les recherches relatives aux forces Maxwell-Bartoli dues à la pression de la lumière ont peu de chances, également, de fournir la base de nouveaux procédés de mesure dans la technique de l'éclairage.

Enfin, l'auteur arrive aux lois du rayonnement du corps noir : il expose la loi de Stefan et Boltzmann, celles de Wien, de Lummer-Pringsheim-Jahnke, puis il montre comment elles s'étendent aux corps dont la loi de rayonnement n'est plus la même, et il met en évidence les conclusions pratiques auxquelles elles conduisent. C'est que les mesures purement photométriques ne fournissent que des données incomplètes; il convient de déterminer l'énergie rayonnée et non pas seulement l'intensité lumineuse; et c'est à ce point de vue que la connaissance de l'équivalent mécanique de la lumière serait précieuse pour dispenser, dans la pratique courante, de recourir aux mesures bolométriques. Enfin, les lois du rayonnement démontrent que le but idéal, avec nos sources lumineuses actuelles, serait de pouvoir amener leur maximum de rayonnement dans la partie la plus claire du spectre visible, comme cela a lieu pour le rayonnement du Soleil. Il faudrait donc trouver un corps éclairant capable d'être maintenu à une température de 6000°.

L'ouvrage de M. de Czudnochowski, qui témoigne d'un labeur considérable, aurait pu avec avantage être réduit de moitié; il aurait gagné à être écrit dans un langage moins diffus et plus scientifique.

E. HAUDIÉ,
Professeur à l'École navale.

Börnstein (R.) et Meyerhoffer (W.). — Landolt-Börnstein physikalisch-chemische Tabellen (TABLES PHYSICO-CHIMIQUES DE LANDOLT-BÖRNSTEIN). — 3^e édition, revue et augmentée, publiée avec l'appui de l'Académie des sciences de Berlin. — 1 vol. in-4^o de 860 pages. J. Springer, éditeur. Berlin, 1905.

Voici un ouvrage qui sera bien accueilli dans tous les laboratoires et particulièrement dans les laboratoires de Chimie physique et de Physique, où les deux éditions précédentes, publiées chacune à onze ans d'intervalle, ont rendu de nombreux services. La nouvelle édition, que nous venons de parcourir, est considérablement augmentée; elle forme un volume de 860 pages, alors que la première édition, publiée en 1881, atteignait à peine 250 pages. On juge par là du chemin parcouru.

Les auteurs ont, avec raison, conservé telle quelle la disposition générale de l'ouvrage, ce qui facilitera beaucoup les recherches pour les lecteurs déjà habitués à consulter les éditions précédentes. Mais de nombreuses tables nouvelles ont été incorporées aux anciennes, en vue de tenir compte des travaux relatifs aux domaines les plus récemment explorés de la Chimie physique. Toutes ces innovations nous ont paru très heureuses et destinées à rendre de grands services.

Quant au choix des données, ce n'est évidemment qu'à l'usage qu'on peut se rendre compte de l'esprit critique qui y a été apporté. Il semble, cependant, que le mode de publication adopté, consistant à répartir le travail entre plusieurs collaborateurs spécialistes, est de nature à donner le maximum de garanties que l'on puisse désirer en pareille matière.

En ce qui concerne la disposition typographique, les renvois bibliographiques, etc., on peut adresser à la troisième édition les mêmes éloges que ceux qu'on a justement reconnus aux éditions précédentes. Il y aurait eu néanmoins intérêt, croyons-nous, à mentionner, en tête de chaque table, la date jusqu'à laquelle elle est à jour, mode de faire si apprécié de ceux qui consultent souvent le Dictionnaire de Chimie organique de Beilstein. Peut-être serait-il encore temps pour l'éditeur de publier une feuille supplémentaire donnant ce renseignement, d'autant plus précieux pour le chercheur que la préface nous informe que le travail de révision s'arrête pour certaines tables avant la fin de 1902, et pour d'autres aux premiers mois de 1905. On peut, il est vrai, s'orienter approximativement en parcourant les index bibliographiques qui accompagnent chaque table. C'est dire que l'observation que nous formulons ici n'enlève rien à la valeur même de l'ouvrage.

Tel qu'il est, nous le répétons, il sera le bienvenu partout où l'on s'occupe de mesures physico-chimiques. Nous ne doutons pas qu'il ne trouve rapidement sa place dans toutes les bibliothèques des laboratoires.

PH. A. GUYE,
Professeur à l'Université de Genève.

3^o Sciences naturelles

Rinne (F.). — Etude pratique des Roches, à l'usage des ingénieurs et des étudiants en sciences naturelles, traduit et adapté par M. L. PERVINQUIÈRE, Docteur en Sciences, Chef des travaux pratiques de Géologie à la Sorbonne, avec une préface de M. A. LACROIX, Membre de l'Institut. — 1 vol. in-8^o de 674 pages et 257 figures. (Prix : 12 fr.) De Rudeval, éditeur. Paris, 1905.

Depuis que le physicien anglais Sorby a eu l'idée de tailler les roches en plaques minces, pour les examiner au microscope, la Pétrographie a fait de rapides progrès, grâce aux nombreuses recherches de Vogel-sang, de Zirkel, de Rosenbusch, de Fouqué et de Michel-Lévy, pour ne citer que les savants ayant employé les premiers cette nouvelle méthode d'investigation.

Mais, si l'étude des roches a ainsi acquis une grande

précision, elle est devenue plus difficile pour le débutant et, jusqu'ici, aucun livre élémentaire vraiment pratique n'a été publié pour la faciliter à ceux qui veulent s'initier à cette branche des sciences naturelles, telle qu'on la comprend aujourd'hui. Aussi, le livre de M. Rinne, traduit, augmenté et adapté à l'usage des étudiants français, comble une véritable lacune de notre littérature didactique.

La première partie de l'ouvrage est surtout consacrée à l'étude des facies géologiques, à la dislocation, à la disjonction, à la divisibilité, etc., des roches. Ensuite viennent la description des diverses méthodes d'observation employées actuellement et l'étude particulière des principaux minéraux. Les propriétés optiques indispensables, permettant de reconnaître ceux-ci au microscope, sont mentionnées, et, naturellement, le lecteur devra être familiarisé avec les méthodes indiquées dans le guide pratique des mêmes auteurs, intitulé le *Microscope polarisant*. Enfin, la plus grande partie de l'ouvrage est consacrée à la description systématique des roches éruptives, sédimentaires et métamorphiques.

Les types importants, bien choisis, sont seuls décrits avec tous les détails nécessaires et à l'aide de nombreuses photographies; les unes, montrant les roches dans la Nature, indiquent bien les rapports étroits de la constitution minéralogique du sol avec la nature des paysages; les autres, reproduisant la plaque vue au microscope, permettent immédiatement de voir la structure et la composition minéralogique de la roche. Mais, naturellement, M. Rinne, bien qu'il ait à sa disposition une riche collection de clichés, qu'il a bien voulu me montrer, contenant des vues de tous les pays du monde, et dont beaucoup ont été prises par lui, s'est limité surtout aux types allemands; M. Pervinquier a ajouté un grand nombre de photographies de roches françaises.

M. Rinne, professeur dans une école technique supérieure, dont le programme des études correspond, à peu près, à celui de notre Ecole centrale, a rédigé son ouvrage surtout pour les ingénieurs; aussi la description de chaque roche importante est-elle suivie de paragraphes intéressants, relatifs à son emploi, à ses conditions d'exploitation, à sa résistance aux agents atmosphériques, à l'écrasement, à l'usure, etc. Mais, à très juste titre, l'auteur a pensé que l'enseignement technique doit être basé sur l'enseignement scientifique; aussi toutes les questions générales, sur lesquelles repose l'étude des roches, ont-elles été examinées. Des chapitres ont été consacrés à la différenciation des magmas, au mode de formation des roches éruptives, à leur structure, à leur reproduction, à la formation de leurs éléments, à leur constitution chimique et représentation graphique des résultats des analyses, à leur classification, et surtout à leur rôle géologique, de telle sorte que les étudiants en sciences naturelles de nos Facultés trouveront dans cet ouvrage toutes les questions qu'ils ont à connaître, d'autant plus que M. Pervinquier a complété, à leur intention, le développement de certaines questions théoriques.

PAUL GAUBERT,
Docteur en sciences,
Assistant de Minéralogie
au Muséum d'Histoire naturelle.

Travaux de la Station de recherches relatives à la Pêche maritime à Ostende. Fasc. II. — G. Bots, éditeur. Ostende, 1905.

La Station d'Ostende, dont nous avons signalé les derniers travaux l'an passé, continue ses recherches sur les questions connexes susceptibles d'intéresser l'industrie des pêches maritimes. Le deuxième fascicule, qui vient de paraître, renferme trois études de M. Huwart. La première concerne le tannage des filets. M. Huwart recommande le tannage par deux bains successifs: l'un, chaud, est un extrait de quercitron étendu d'eau; l'autre, une solution de bichromate de

potasse et de sulfate de cuivre. La résistance et l'extensibilité des filets sont augmentées. Le fil se putréfie moins aisément. Ce traitement revient au prix de 15 à 17 centimes par kilog de filet. Mais l'augmentation de durée à l'usage compensera-t-elle ces frais, c'est-ce que le travail de M. Huwart ne nous dit pas.

Dans un deuxième article, M. Huwart étudie les bonnes conditions d'établissement d'une glacière à bord d'un bateau de pêche, ou à terre, et aussi des wagons réfrigérants.

Un troisième article est consacré à l'étude des désinfectants pour les chaudières à vapeur. La conclusion qu'en tire l'auteur est le rejet de ces divers produits et leur remplacement par une épuration préalable de l'eau d'alimentation des chaudières. A. BRIOT,

Chef des travaux de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Marseille.

4° Sciences médicales

Boinet (E.), Agrégé des Facultés de Médecine, Professeur de Clinique médicale. — Les Doctrines médicales. Leur évolution. — 1 vol. in-18. (Prix : 3 fr. 50.) E. Flammarion, éditeur. Paris, 1905.

Ce livre fait partie de la Bibliothèque de Philosophie scientifique, qui compte déjà plusieurs volumes du plus puissant intérêt. Ce sont, pour la plupart, des ouvrages de haute vulgarisation. Leurs savants auteurs me pardonneront ce terme, parce que c'est une tâche très belle et généreuse que de vulgariser ce qu'on sait, ce qu'on a péniblement appris ou trouvé. Confiné, d'ailleurs, dans un champ d'études infiniment petit et démesuré à la fois, le travailleur ne peut guère en sortir pour connaître les sciences voisines qu'en lisant des ouvrages élémentaires. Il n'est réservé qu'à de très rares esprits d'arriver d'emblée à la vulgarisation, tant ils sont simples, limpides et clairs. Et cela nous paraît ainsi à cause de leur puissance de généralisation, qui leur permet de négliger la langue technique spéciale à chaque science, langue si utile dans la pratique, mais qui, au fond, est un obstacle à la compréhension pour le profane.

M. Boinet expose dans ce volume les doctrines médicales. Une doctrine, c'est ce que l'on tient pour vrai aujourd'hui, tout en sachant que ce sera faux demain. Cette acception s'applique mieux, peut-être, à la Médecine qu'à toute autre science. Elle implique une mutabilité extrême. Elle fait que certains philosophes sourient quelquefois de cette sorte de science, qui change si souvent. Comme s'il pouvait en être autrement! N'étudie-t-elle pas la nature si changeante, variable et diverse, où les choses les plus similaires diffèrent tant entre elles? Un de nos maîtres très estimés aimait, en expliquant à ses élèves un cas de pathologie en apparence banal, à leur dire : « Regardez bien ce cas; vous ne l'avez jamais vu et vous ne le reverrez plus jamais ». C'est un bel adage de clinique médicale. Comme toute vérité, il déconcerte au début, il soutient dans l'action, il charme au déclin. Il ne faut donc pas s'étonner de trouver dans le livre de M. Boinet une succession de doctrines opposées et contradictoires, à la fois exclusives et indéfinies. De temps en temps s'en détachent des notions sûres, fixes et définitives. C'est ce cheminement lent, curieux par ses reculs et ses progrès alternatifs, ses écroulements et ses recommencements perpétuels, que le savant médecin a exposé avant d'arriver aux conceptions thérapeutiques actuelles. C'est là le but terminal de la Médecine. On verra dans cet excellent livre combien le chemin a été ardu, avec quelle peine on a obtenu les résultats dont nous bénéficions, quelle attention soutenue nécessitent les prescriptions de cette hygiène qui est l'idéal thérapeutique, puisqu'elle empêche ces maladies que nous sommes si souvent impuissants à guérir.

Détail à signaler : le texte de M. Boinet est émaillé de citations nombreuses, expressions des meilleurs

esprits, judicieusement choisies et qui, loin d'alourdir le discours, lui donnent, au contraire, un caractère élevé et font apprécier l'érudition souple et variée de l'auteur.

D^r A. LÉTIENNE.

5° Sciences diverses

Hue (Louis), Docteur en droit. — La Falsification des Boissons. (HISTOIRE, LÉGISLATION, JURISPRUDENCE EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER.) — 1 vol. in-8° de 324 pages. (Prix : 6 fr.) Chevalier et Rivière, éditeurs. Paris, 1905.

La question des falsifications est une de celles qui sont toujours d'actualité, et l'on s'est occupé de tout temps de réprimer les fraudes. Seulement, la sévérité de la répression a beaucoup varié avec les époques. Antérieurement à 1789, on ne faisait aucune distinction entre la falsification des marchandises et celle des monnaies, et l'on appliquait, ou l'on pouvait appliquer, les peines sévères qui frappaient les faux monnayeurs à ceux qui fraudaient les boissons ou les aliments. A cette rigueur extrême succéda une liberté presque absolue. La loi du 19-22 juillet 1791 rangea les falsifications dans la catégorie des délits contre la propriété, et l'on put, dès lors, constater une recrudescence de la falsification. On dut, pour l'arrêter, voter la loi du 27 mars 1834, qui nous régit encore actuellement. Un certain nombre de lois spéciales, concernant principalement les vins et les beurres, sont venues compléter la loi de 1834. Depuis 1895, un projet de loi sur la répression des fraudes est en discussion au Parlement. Dans ce projet, les législateurs ont visé le double but : 1° de codifier en une seule loi les prescriptions et les pénalités relatives aux diverses lois sur la falsification; 2° d'accentuer la sévérité de la législation antérieure.

Le but de l'auteur a été surtout de présenter une étude d'ensemble sur la législation et la jurisprudence actuelle. On peut en dégager les défauts de cette législation, et quelques-uns ne manquent pas de gravité; c'est ainsi que l'emploi des substances antiseptiques, condamné, d'une manière générale, par les hygiénistes, n'est pas prévu par les lois actuelles. De même, la loi, qui atteint celui qui commet la fraude et celui qui vend le produit fraudé, est désarmée quand il s'agit de ceux qui vendent les produits divers destinés à frauder. Ceux-là sont parmi les plus dangereux et les plus coupables, parce qu'ils facilitent et répandent la fraude. La plupart des produits conservateurs, bonificateurs, etc., présentés aux négociants et industriels sous des noms de fantaisie, ne sont autres que les antiseptiques mis à l'index par les hygiénistes, et certains négociants honnêtes sont eux-mêmes les victimes de ces peu scrupuleux industriels qui n'ont rien à redouter de la loi.

Le livre de M. Hue, qui est surtout écrit pour les professionnels, peut donc intéresser les consommateurs, c'est-à-dire tout le monde.

X. ROCQUES,

Chimiste expert des Tribunaux de la Seine,
Ancien chimiste principal
du Laboratoire municipal de Paris.

Léger (Louis), Membre de l'Institut. — Moscou (Les Villes d'Art célèbres). — 1 vol. petit in-4° illustré de 86 gravures. (Prix : 3 fr. 50.) H. Laurens, éditeur. Paris, 1905.

Moscou est certainement une des villes les plus curieuses de l'Europe. Nul n'était plus qualifié pour la décrire que l'auteur de tant d'ouvrages remarquables sur le monde slave. M. Léger, qui a été chargé de missions à divers reprises, et qui dirigeait la Croisière organisée en Russie, en 1897, par la *Revue générale des Sciences*, a visité la cité sainte à diverses reprises; ses impressions de voyage, ses souvenirs personnels ajoutent un piquant attrait à ce volume, édité avec beaucoup de goût par la maison Laurens, et qui contient une véritable histoire de l'art russe. L. R.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 Août 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Darboux présente ses recherches sur une équation différentielle du quatrième ordre, que l'on peut ramener à une autre du premier ordre, qui s'intègre à l'aide d'une méthode qu'il a fait connaître autrefois. — M. Ed. Maillet communique de nouveaux résultats qu'il a obtenus dans la théorie des nombres transcendants. — M. H. Deslandres a étudié les spectres ultra-violettes de la couche renversante photographiés pendant l'éclipse totale du 28 mai 1900. Il a observé un spectre nouveau continu, s'étendant jusqu'à $\lambda = 3.000$, et qui paraît semblable au spectre du titane dans l'étincelle électrique; il contient aussi les raies du vanadium.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Guéhard a constaté que l'irradiation constitue une propriété de la matière aussi générale que la sensibilité photographique. — M. A. Turpain décrit une méthode propre à l'étude d'un phénomène lumineux d'intensité variable avec le temps, et l'applique à la détermination de la vitesse instantanée d'un miroir tournant et à l'étude de l'étincelle de Hertz.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. L. Léger et O. Duboscq ont observé de nouveaux végétaux parasites du tube digestif des Diplopodes, en particulier l'*Arundinella capitata* n. g. n. sp. Ils rangent cette forme avec les *Eccrina* et les *Enterobryus* dans un nouveau groupe de Protophytes, les *Eccrinidés*. — M. A. Guilliermond a fait l'étude cytologique des Cyanophycées; il n'y a pas rencontré de véritable noyau, mais un organe spécial, un réticulum chromatique, ressemblant au réseau chromatique du noyau. — M. P. G. Charpentier a constaté que le *Sterigmatocystis nigra*, cultivé sur liquide Raulin, ne sécrète jamais d'acide oxalique avant de sporuler; mais la sporulation n'agit qu'indirectement sur cette sécrétion: c'est l'épuisement du milieu qui la produit.

Séance du 4 Septembre 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Demoulin poursuit ses recherches sur les enveloppes de sphères dont les deux nappes se correspondent avec conservation des angles. — M. Loewy communique les observations de l'éclipse de Soleil du 30 août faites à l'Observatoire de Paris. — M. J. Violle signale que les mesures actinométriques préparées en vue de l'éclipse du 30 août n'ont pas été favorisées par les circonstances atmosphériques. — M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de diverses dépêches et lettres relatives à l'observation de l'éclipse de Soleil du 30 août.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Mascart signale de nouvelles études des alizés à diverses hauteurs, au moyen des cerfs-volants et ballons-sondes, faites sur l'Atlantique par MM. Clayton et Maurice. Le contre-alizé a été retrouvé dans différentes régions. — M. Th. Moureaux a observé, du 29 au 31 août, des troubles assez accusés du magnétisme terrestre, qui ont eu pour effet de masquer en partie l'influence de l'éclipse solaire du 30 sur les composantes du champ terrestre. — M. Piltchikoff a constaté que la polarisation du ciel est tombée à 0 pendant la phase de totalité de l'éclipse du 30 août. — M. A. Guéhard estime que, même en dehors de toute complication de halo, par le seul fait de l'irradiation cuticulaire, l'image directe d'une ligne blanche présente, en spectroscopie, de nombreuses variations d'aspect, qui ont été attribuées à d'autres causes et donné lieu aux hypothèses les plus

variées. — M. L. Guillet a trouvé, dans les alliages cuivre-aluminium, sept constituants différents: 1° solution renfermant de 0 à 8% d'Al; 2° Cu^3Al ou solution solide; 3° solution solide qui ne prend naissance que par trempe; 4° solution solide contenant de 14 à 30% d'Al; 5° Al^2Cu ; 6° Al^3Cu ; 7° aluminium presque pur. — M. L. Guignard a constaté que les feuilles du Groseillier rouge commun contiennent, pendant toute leur vie, un composé fournissant de l'acide cyanhydrique. Les feuilles du *Ribes aureum* en renferment aussi. Les feuilles contiennent en même temps de l'émulsine. — M. M. Berthelot montre que la potasse des composés solubles contenus dans les eaux d'irrigation ou d'infiltration ou provenant de la dissolution des engrais peut être fixée et rendue insoluble par les matières humiques du sol, dont les sels de potasse sont insolubles. Elle est ainsi emmagasinée temporairement. — MM. R. Lépine et Boulud ont constaté que l'acide glycuronique est en moindre proportion dans le sang de la jugulaire que dans le sang artériel. Les globules sont nécessaires à sa formation. — M. Ch. Porcher montre que toute hyperglycémie chez une femelle laitière aboutit non à de la glucosurie, mais à de la lactosurie.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. G. M. Murgoci conclut de ses recherches géologiques que la grande nappe de charriage des Carpathes méridionales s'est produite entre le Barrémien et le Cénomaniens.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 13 Avril 1905 (fin).

M. P. E. Shaw a amélioré le micromètre électrique qu'il a inventé précédemment et il décrit l'instrument sous sa forme définitive. Cet appareil peut être employé à la mesure des mouvements des diaphragmes téléphoniques, de la dilatation des divers métaux soumis à des variations de champ magnétique, de la distance de décharge de deux surfaces maintenues à deux potentiels différents, et enfin il peut servir comme cohéreur. — Le même auteur a mesuré l'amplitude du son impulsif minimum perceptible à l'oreille dans un récepteur téléphonique; il s'est servi pour cela de son micromètre électrique. Il a trouvé une valeur de 0,7 μ avec un téléphone ordinaire dont la note fondamentale du diaphragme a une fréquence d'environ 580.

Séance du 11 Mai (suite).

M^{lre} H. Chick: *Etude d'un procédé de nitrification en rapport avec la purification des eaux d'égouts.* Le procédé de nitrification pendant la purification des eaux d'égouts a été étudié au moyen de petits filtres expérimentaux établis dans les Instituts d'Hygiène de Vienne et de Munich. L'oxydation des eaux d'égouts passant à travers les filtres a été étudiée pendant la période de maturation et aussi lorsque les filtres étaient murs; l'auteur a fait une étude spéciale chimique de l'oxydation de l'azote, de la forme ammoniacale à celle de nitrites et nitrates, et de la distribution de ces processus à la fois dans le temps et dans l'espace. La nitrification a été attribuée à l'activité de deux séries d'organismes, dont la première oxyde l'ammoniaque en acide nitreux et la seconde complète l'oxydation jusqu'à l'acide nitrique. On a trouvé que ces bactéries diffèrent seulement très légèrement de celles isolées du sol par Winogradsky, ce qui confirme les résultats récents de Schultz-Schultzenstein. L'activité de ces organismes dans les filtres d'eaux d'égouts, qui sont très sensibles à la présence d'une substance organique, demande une explication, et plusieurs ont été indiquées

en se basant sur les résultats expérimentaux. La théorie d'une absorption physique préalable de l'ammoniaque sur la surface de la substance filtrante et d'une nitrification subséquente ne se soutient pas à l'expérience; on doit plutôt considérer la nitrification comme un procédé biologique très rapide, demandant seulement le temps pris par les eaux d'égouts pour s'écouler à travers le filtre.

Séance du 18 Mai 1905 (suite).

M. G. H. Darwin montre l'analogie qui existe entre la théorie de la gravitation de Lesage et la répulsion de la lumière. En effet, le cas de l'absorption totale d'énergie par le choc est strictement analogue à la répulsion de la lumière, car l'émission de lumière peut être regardée comme l'inverse exact du mécanisme de Lesage. Les recherches de l'auteur montrent que deux sphères radiantées et complètement absorbantes à la même température se repoussent rigoureusement en raison inverse du carré de la distance de leurs centres. — **Sir W. de W. Abney** décrit un *nouvel appareil pour la mesure de la coloration*, dans lequel deux spectres sont produits par le même faisceau passant au travers d'un collimateur et de deux prismes. Au moyen de cet appareil, deux taches distinctes de couleurs pures ou mélangées peuvent être placées côte à côte sur un écran blanc; et, en plaçant une série de trois fentes dans chaque spectre, on peut comparer des mélanges dans un spectre avec des mélanges dans l'autre, ou avec des couleurs pures et du blanc combinés. La quatrième sensation que Burch suppose exister dans le violet n'a pu être définie; dans l'opinion de l'auteur, elle n'est pas nécessaire. — **M. J.-S. Edkins** : *Sur le mécanisme chimique de la sécrétion gastrique*. Il est connu de longue date que l'introduction de certaines substances dans l'estomac provoque une sécrétion du suc gastrique. Cette sécrétion n'est nullement considérée comme dépendant simplement de la stimulation mécanique de la membrane muqueuse, et on a pensé que le mécanisme nerveux des glandes gastriques peut être sensible à certain stimulant chimique local. Par analogie avec ce que Bayliss et Starling considèrent comme le mécanisme de la sécrétion du suc pancréatique, il est probable que, dans le processus d'absorption de la nourriture digérée dans l'estomac, une substance peut être séparée des cellules de la membrane muqueuse, laquelle, passant dans le sang ou la lymphe, stimule plus tard les cellules sécrétoires de l'estomac à l'activité fonctionnelle. Les observations suivantes soutiennent cette idée : Si on injecte un extrait dans 5 % de dextrose de la membrane muqueuse fondique dans la veine jugulaire, on n'observe aucune sécrétion du suc gastrique. Si l'extrait est fait avec la membrane muqueuse pylorique, une faible sécrétion se produit. Avec la dextrose seule, il n'y a pas de sécrétion. Des extraits de membrane muqueuse fondique dans le dextrose ou le maltose ne donnent pas de sécrétion; des extraits de membrane muqueuse pylorique produisent une sécrétion bien marquée; le dextrose ou le maltose seuls ne donnent aucune sécrétion. Si les extraits sont faits avec de la peptone commerciale, on trouve qu'aucune sécrétion ne se produit avec la membrane muqueuse fondique, tandis qu'on observe une sécrétion marquée avec la membrane muqueuse pylorique; la peptone seule donne une faible sécrétion. Si on prépare des extraits en faisant bouillir la membrane muqueuse dans les différents milieux, l'effet est exactement le même, c'est-à-dire, que le principe actif, qui peut être appelé « gastrine », n'est pas détruit par l'ébullition. Finalement, on peut faire remarquer qu'une absorption telle qu'elle se produit dans l'estomac a lieu apparemment dans l'extrémité pylorique. Avec l'estomac du porc, dans lequel la région cardiaque vraie diffère de la région fondique type en ayant seulement des glandes simples comme dans la pylorique, des extraits de la région cardiaque ont en général la même efficacité, favorisant la sécrétion comme ceux de la région pylorique.

Séance du 8 Juin 1905 (suite).

M. J. Milne : *Sur les observations faites avec un pendule horizontal dans les régions antartiques au cours de l'expédition de la Discovery*. L'instrument a été installé du 14 mars 1902 au 31 décembre 1903, d'abord sur un pilier en grès, puis sur une colonne en briques, par 165°44'43" de longitude E. et 77°50'50" de latitude Sud, à environ 24 kilomètres des monts Erebus et Terror. On a surtout enregistré les tremblements de terre au moyen de pellicules séismographiques : 136 ont été notés pendant la période indiquée, dont aucun n'ayant son origine à moins de 80 kilomètres. Sur ce nombre, 73 ont pris naissance dans la région sous-océanique s'étendant entre la Nouvelle-Zélande et la Discovery; quelques-uns ont été enregistrés à Christchurch et à Wellington, d'autres ont atteint Perth et même sont allés beaucoup plus loin. La plus grande fréquence des tremblements de terre a eu lieu en avril, mai et juin, au commencement de l'hiver; c'est la distribution déjà observée dans la plupart des contrées. On a constaté que les tremblements de terre provenant de la région où était la Discovery se propagent plus rapidement dans la direction Nord-Ouest que dans toute autre. — **Sir J. Dewar** : *Sur une jonction thermo-électrique pour la détermination des basses températures*. Etant donné les inconvénients de l'emploi des thermomètres à gaz aux basses températures et l'impossibilité d'utiliser les thermomètres à résistance de platine ou autre à 30° ou 40° du zéro absolu, l'auteur a essayé d'appliquer les jonctions thermo-électriques à la mesure des très basses températures. Un couple maillechort-platiné a été employé dans ce but. Des expériences préliminaires ont montré qu'un tel couple, avant d'être calibré, doit être soudainement refroidi dans l'air liquide, puis ramené rapidement à la température ordinaire, et subir une opération analogue dans l'hydrogène liquide; ensuite, il n'éprouve plus d'altérations aux basses températures et donne des indications concordantes. Les observations ont montré que ce thermo-couple peut être avantageusement employé à la mesure des basses températures entre 15° au-dessus et au-dessous du point d'ébullition de l'hydrogène, en se servant des équations :

$$E = \frac{1}{8,64} T(T + 85,8) \text{ et } \frac{dE}{dt} = 9,931 + 0,231 T,$$

où E est la force électro-motrice, t la température absolue et T l'écart avec le point d'ébullition de l'hydrogène (20° abs.). — **Sir J. Dewar** : *Expériences avec des calorimètres à hydrogène et à air liquides*. L'auteur a employé l'hydrogène et l'air liquides comme liquides calorimétriques et en a profité pour déterminer les chaleurs spécifiques du diamant, du graphite et de la glace aux basses températures. Voici le résumé de ses résultats :

Chaleur spécifique.

	18° à -78°	-78° à -188°	-188° à -252,5°
Diamant. . .	0,0794	0,0190	0,0043
Graphite. . .	0,1341	0,0599	0,0133
Glace . . .	0,463	0,285	0,146

On voit que, de la température ordinaire au point d'ébullition de l'hydrogène, la chaleur spécifique du diamant est réduite au 1/19 et celle du graphite au 1/10. D'autre part, l'auteur a mesuré les chaleurs latentes de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxygène à leurs points d'ébullition respectifs et il a obtenu les valeurs suivantes : O, 51,15; Az, 50,4; H, 123,1.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Les canaux de Mars. — Par suite des doutes émis dans ces derniers temps relativement à l'existence réelle des canaux de Mars¹, on a cherché dans la photographie un aide pour résoudre les problèmes qui se rattachent à ce sujet. Les astronomes de l'Observatoire Lowell, à Flagstaff (Etats-Unis), se sont, depuis plusieurs années, imposé la tâche de photographier ces canaux; mais les premières tentatives n'ont guère été heureuses. Comme, toutefois, l'on croyait distinguer sur ces photographies des traces confuses susceptibles d'être interprétées comme représentant des canaux, ils ont poursuivi sans relâche ces intéressantes recherches.

Deux difficultés s'opposaient principalement à la réussite de ces expériences : c'était, d'une part, la présence d'ondes atmosphériques variables, exerçant une influence tantôt favorable, tantôt défavorable sur la bonne définition de détails aussi fins que le sont les canaux; d'autre part, la vitesse insuffisante des plaques photographiques. Pour l'enregistrement de détails aussi exigus, l'œil l'emporte, en effet, de beaucoup sur la chambre photographique, en raison de sa plus grande sensibilité de perception et de sa faculté de retenir des phénomènes ne durant que la vingtième partie d'une seconde. Tandis que, par conséquent, l'œil peut saisir un moment d'apparition favorable, la chambre photographique n'y parvient point, mais, en superposant les bonnes impressions sur les mauvaises, ne donne qu'une image mixte et confuse des deux.

M. Lowell a donc eu l'idée de faire construire une chambre photographique sur le modèle des appareils cinématographiques ou bioscopiques, où, derrière un écran Wallace, on puisse prendre une série de vues successives avec une certaine chance d'obtenir, dans le nombre, quelques-unes permettant vraiment de reconnaître les canaux.

Un autre dispositif dont dépend le succès final de cette expérience consiste à munir l'objectif d'un diaphragme adapté aux courants atmosphériques régnant au moment de l'observation. Le surcroît de netteté de

l'image compense de beaucoup le désavantage d'une pose prolongée.

En se servant d'un dispositif pareil, M. Lowell a tout récemment réussi à obtenir des photographies bien nettes des canaux de Mars, photographies confirmant définitivement l'existence objective de ces derniers, en même temps qu'elles font voir l'efficacité de ces méthodes nouvelles, qui ne manqueront pas de rendre de grands services à l'Astronomie.

Le détail de ces photographies concorde parfaitement avec les données des cartes astronomiques.

§ 2. — Génie civil

Les locomotives à gazoline. — En matière de chemins de fer, l'attention se tourne aujourd'hui sur un genre particulier de locomotives de très faible puissance, mais, néanmoins, susceptibles de rendre, dans certains cas, de très utiles services : les *locomotives à gazoline* ou à pétrole, qui commencent à se répandre en Angleterre et en Allemagne.

Elles ont leur place tout indiquée dans les cas où il s'agit de remorquer occasionnellement de faibles charges, dont la manutention ne justifierait pas l'emploi d'une locomotive à vapeur constamment sous pression, avec un mécanicien spécialement attaché tout le temps à son service; rentrent dans ce cas nombre d'exploitations de carrières et de forêts. Ces locomotives peuvent aussi rendre service dans les manœuvres de gare de chemins de fer à voie étroite. Tel est le cas de la locomotive construite par la Compagnie des automobiles Wolseley, pour le service des gares à voie de 0^m,85, et dont la puissance est de 20 chevaux. Son moteur à gazoline, à deux cylindres de 150 × 180 mm. de course, marche à 600 tours et commande, par des transmissions appropriées, deux essieux accouplés à roues de 460 millimètres. Ce mécanisme de commande, par deux chaînes avec embrayages à friction et changement de marche, permet de marcher à 5 et 13 kilomètres dans les deux sens. Le refroidissement des cylindres est effectué par une circulation d'eau prise par une pompe à un grand réservoir disposé de manière à donner à cette petite machine l'aspect d'une locomotive à vapeur. La cheminée reçoit, ici, l'échappement

¹ Voir la *Revue* des 30 mars 1903, p. 529, et 30 août 1903, p. 841.

des gaz brûlés, et cet échappement maintient autour de la machine un courant d'air de refroidissement. L'approvisionnement de gazoline est de 45 litres, suffisant pour une marche de dix heures. Le poids total, en charge, est de 2 tonnes 5.

Une autre locomotive à gazoline anglaise est plus puissante : 80 chevaux, à 450 tours de son moteur à 3 cylindres de 230 × 230 mm.; elle présente l'aspect bien connu des locomotives électriques qui circulent sur le chemin de fer d'Orléans. La mise en train de la machine principale est faite par un petit moteur auxiliaire de 8 chevaux. Cette locomotive a été construite par la Maudsley Motor Co, de Coventry, pour desservir un petit embranchement reliant la ligne du London Brighton au marché à viandes de Depfort. Elle peut remorquer des trains de 50 tonnes en rampes modérées. Le refroidissement se fait par de l'eau refroidie dans un radiateur tubulaire à ventilateur, comme on en rencontre souvent sur les automobiles. Le poids en charge est de 11 tonnes. Cette locomotive circule avec la plus grande sécurité dans les rues de la ville, et a donné des résultats économiques très satisfaisants. On en construit, de ce type, jusqu'à 200 chevaux.

En Allemagne, ces locomotives à gazoline commencent aussi à se répandre; l'une des principales usines de construction d'Allemagne, la Gasmotoren-Fabrik de Deutz, en a déjà livré près de deux cents, mais de faible puissance, ne dépassant guère une douzaine de chevaux, pour des exploitations de carrières et de forêts.

L'idée de ces locomotives n'est pas nouvelle; elle est même bien antérieure aux développements de l'automobilisme actuel, dont elle semblerait, *a priori*, la conséquence, et les mécanismes qu'on y rencontre n'ont rien qui puisse étonner les ingénieurs au courant de l'automobilisme; il y a lieu, néanmoins, de les signaler en raison de l'intérêt qu'elles pourraient présenter, en elles-mêmes, et pour les constructeurs à la recherche de débouchés nouveaux. Il est certain que ces locomotives répondent à des besoins déjà nombreux, et qui ne feront que se multiplier à mesure que le progrès de leur construction rendra leur marche plus économique encore, et plus simple, à la portée de tout homme intelligent.

§ 3. — Météorologie

Le Concours international de prévision du temps.

— Le Concours international de prévision du temps¹, organisé, à l'occasion de l'Exposition de Liège, par la Société belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe, s'est terminé le jeudi soir 28 septembre. Le Jury a siégé trois jours, à l'Université de Liège, les 26, 27 et 28 septembre 1905, de 8 heures du matin à 7 ou 8 heures du soir. Étaient présents : MM. Flamache, ingénieur en chef des Chemins de l'Etat Belge, vice-président de la Société belge d'Astronomie, qui a été choisi comme président du jury; Jacob, président de la Société; B. Brunhes, directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme; Polis, directeur de l'Observatoire d'Aix-la-Chapelle; Rotch, directeur de l'Observatoire de Blue Hill, près de Boston; Teisserenc de Bort, directeur de l'Observatoire de Trappes; Vincent, météorologiste à l'Observatoire Royal de Belgique, à Uccle.

Le Jury a d'abord examiné l'épreuve préliminaire qui portait sur la période du 1^{er} au 15 septembre 1905. Après cette épreuve, éliminatoire, 9 des concurrents, sur les 24 inscrits, avaient été convoqués à Liège; 7 ont répondu à la convocation.

Il leur a été demandé d'établir la prévision de la carte des isobares du lendemain, sur sept journées prises au hasard dans des volumes de Bulletins météorologiques allant de 1880 à 1905. Le 28 septembre, ils ont dû établir la prévision pour le lendemain sur trois

cartes, prises dans des volumes tirés au sort, mais choisies dans ces volumes par le Jury de manière à présenter des situations exceptionnellement difficiles. A la suite de cette épreuve, trois des concurrents, jugés supérieurs, ont été invités à fournir verbalement, puis par écrit, des explications sur les méthodes employées par eux, avec application aux cas particuliers qu'ils ont eus à traiter.

A l'unanimité, le Jury a décerné le prix à M. Gabriel Guilbert, secrétaire de la Commission météorologique du Calvados, à Caen, à cause de la méthode qui lui permet de prévoir avec précision les déplacements et les variations des centres de haute et de basse pression sur l'Europe : bien que cette méthode ne puisse encore donner une certitude absolue, elle a permis d'indiquer d'avance des changements complets de situation qu'aucune autre méthode, jusqu'ici, n'a pu prévoir.

Le Jury a tenu à marquer sa haute estime pour les travaux remarquables de M. Durand-Gréville sur les grains et l'heureuse application qu'il en a faite, en certains cas, à la prévision du temps du lendemain. Les mémoires et les explications fournis par tous les concurrents présentent, d'ailleurs, des remarques intéressantes, mais se rattachant, en général, aux méthodes déjà connues.

Le Jury a décidé qu'il publierait un Rapport détaillé sur ses travaux et en a confié la rédaction à M. Brunhes. Ce rapport sera inséré dans le *Bulletin de la Société belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe*.

§ 4. — Physique

Nouveau procédé pour amorcer les forces au moyen de sons.

— On sait que les résonateurs, ou corps ayant des sons propres (à savoir les membranes, les cordes, etc.), se mettent à exécuter les vibrations correspondant au son en question aussitôt que ce dernier est rendu par quelque corps étranger placé à proximité. Même dans le cas où il y a une différence de hauteur entre les deux sons, l'on constate des vibrations, bien que d'amplitude moindre.

Or, M. Michel, dans un récent travail¹, appelle l'attention sur un intéressant phénomène, caractéristique des seuls sons propres d'un résonateur et qui ne peut être produit par aucun son différent.

Un disque léger, disposé à l'intérieur d'un résonateur acoustique, où il tourne à faible frottement autour d'un axe formant un angle oblique par rapport à l'axe longitudinal, se met à tourner aussitôt qu'on fait retentir le son susceptible d'exciter le résonateur. Cette rotation persiste aussi longtemps que dure ce son, à moins que la surface du disque ne vienne se placer à angle droit par rapport à l'axe longitudinal du résonateur.

Or, ce phénomène pourra être utilisé dans bien des cas où il s'agit d'amorcer des forces par des sons d'une hauteur donnée. C'est ainsi qu'on peut se servir de la rotation du disque pour fermer des courants électriques, aussi bien que pour les renforcer ou les affaiblir, ou enfin pour les interrompre, le tout pour actionner un moteur donné.

Cette idée est illustrée par un dispositif imaginé par M. Michel et qui comprend un disque léger portant un bras de levier relié à une pile galvanique. La rotation du disque est limitée par une fourchette fixée au fond du résonateur et contre laquelle le disque est appuyé par un ressort faible ou un aimant. Or, lorsqu'on joue d'un instrument quelconque, d'un piano, par exemple, au voisinage de ce dispositif, le disque demeurera au repos jusqu'à ce que le son propre du résonateur vienne à retentir. Il se mettra alors à tourner, tendant à placer sa surface verticalement à l'axe longitudinal du résonateur. Dans ce mouvement, il viendra appuyer contre une tige métallique reliée à l'autre borne de la pile, pour rester dans cette position jusqu'à ce

¹ Voir la *Revue* du 30 août 1905.

¹ *Prometheus*, n° 827, 1905.

que le son caractéristique cesse d'être produit. Pendant ce temps, le courant étant fermé, l'on pourra effectuer un travail quelconque. L'effet acoustique en question peut être renforcé de beaucoup au moyen d'un tube acoustique disposé devant la membrane du résonateur.

§ 5. — **Électricité industrielle**

Détermination des qualités magnétiques du fer. — M. Th. Bruger vient de construire un appa-

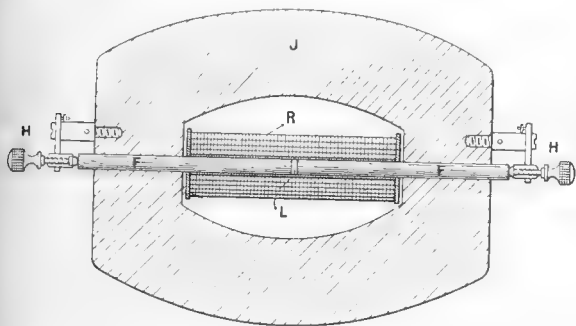


Fig. 1. — Vue en coupe de l'appareil pour la détermination des qualités magnétiques du fer. — F, barre de fer; R, bobine magnétisante; L, spirale de bismuth; H, H, loquets à ressort; J, cadre de fer doux.

reil très intéressant pour l'examen des qualités magnétiques du fer, appareil qu'exploite en ce moment la maison Hartmann et Braun, de Francfort.

Il consiste essentiellement (fig. 1) en un cadre de fer doux J dont les petits côtés sont perforés, afin de recevoir la tige de fer à essayer. Cette barre de fer F, de forme cylindrique, est entourée d'une bobine magnétisante R

résistance de la spirale de bismuth sous l'influence de différents courants magnétisants, c'est-à-dire qu'on détermine la valeur $\frac{W_f - W_0}{W_0}$, W_f désignant la résistance du bismuth dans le champ f lorsque le circuit magnétisant est fermé, W_0 cette résistance dans le champ à circuit ouvert et sans les moitiés de la barre de fer.

Sur la courbe ou graduation accompagnant l'appareil, on lit alors directement l'intensité du champ correspondant à $\frac{W_f - W_0}{W_0}$, et l'on peut établir une courbe montrant la relation entre l'induction ainsi déterminée et la force magnéto-motrice pour le système entier.

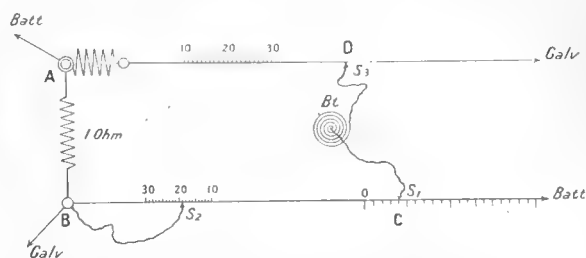


Fig. 2. — Pont de Wheatstone pour la mesure de la variation de la résistance de la spirale de bismuth.

La largeur de l'entrefer connue, on peut déduire sans peine une seconde courbe ayant seulement trait au fer du barreau qu'on examine. Pour des mesures exigeant une certaine précision, il faut tenir compte de la température, qui influence les valeurs obtenues à l'aide de la spirale de bismuth. Il est donc bon de veiller à ce que le courant de mesure dans le pont soit aussi faible que possible, à ce qu'on ne le ferme que juste le temps nécessaire, et à ce qu'on ne ferme pas plus longtemps qu'il n'est besoin le circuit magnétisant, pour éviter

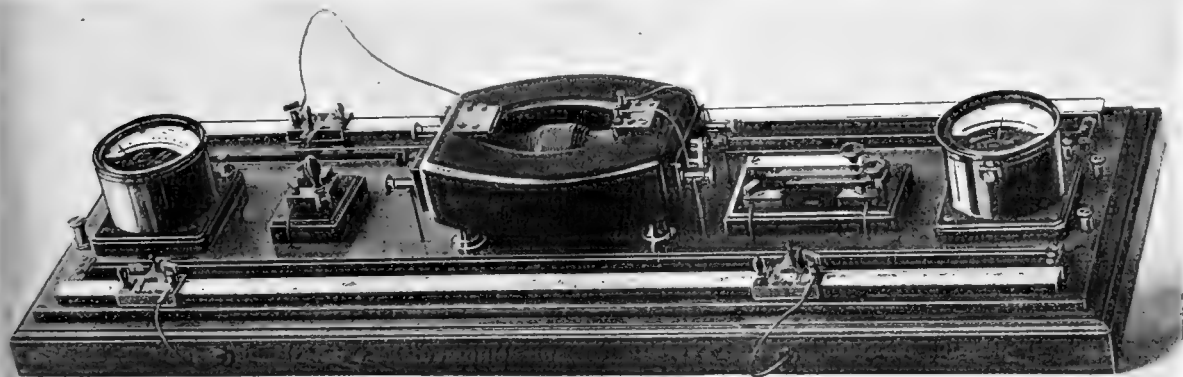


Fig. 3. — Vue d'ensemble de l'appareil pour la détermination des qualités magnétiques du fer.

et est interrompue en son milieu par une spirale plate de bismuth L, permettant de mesurer le flux magnétique existant en cet endroit. Les deux sections de la barre de fer sont serrées doucement contre les plaques protectrices de la spirale de bismuth à l'aide de deux loquets à ressort H, de sorte que l'entrefer ait toujours la même largeur. On doit prendre soin que les barreaux à essayer passent à frottement doux à travers les deux trous percés au corps, et qu'ils offrent des bases bien planes.

L'examen du fer se fait alors simplement en mesurant, à l'aide d'un pont de Wheatstone (fig. 2), la variation de

l'échauffement de la spirale de bismuth pendant la mesure.

Si la température, lors de la mesure, diffère quelque peu de celle qu'on obtient lors de l'étalonnage de la spirale, on peut recourir à la formule :

$$\left(\frac{W_f - W_0}{W_0}\right) t' = \frac{W_f - W_0}{W_0} [1 + \alpha(t' - t)],$$

$t' - t$ désignant la différence entre les températures de mesure et d'étalonnage; $\alpha = 0,014$.

L'appareil complet (fig. 3) combiné pour l'examen du fer

et de ses qualités magnétiques contient, outre la spirale de bismuth, le cadre et la bobine magnétisante, un ampèremètre pour la détermination du courant, d'aimantation, un pont et un galvanomètre. Le pont est arrangé pour permettre de lire directement, sur une graduation, les valeurs cherchées, et pour qu'une correction éventuelle de température puisse tout de suite être mise en compte en faisant la mesure de résistance. En dehors de cela, on peut encore déterminer exactement, par une mesure préalable, la température de la spirale de bismuth, et lire ce résultat sur une graduation spéciale rouge.

Les constantes de l'appareil sont les suivantes : nombre de tours de la bobine d'aimantation : 600; largeur de l'entrefer : 0^{mm},5.

§ 6. — Chimie physique

Un nouveau corps radio-actif, le Radio-thorium. — Nos lecteurs n'ont point manqué de noter la brève allusion faite par Sir W. Ramsay, au cours de son récent article, à un nouveau corps radio-actif, le radio-thorium, dont on lui doit la découverte. En attendant l'exposé définitif de cette fructueuse recherche de l'illustre chimiste, nous sommes heureux de pouvoir donner déjà quelques indications provisoires sur cette découverte pleine de promesses, annoncée pour la première fois au monde savant lors du [dernier Congrès international de Radiologie.

Au commencement de l'année 1904, un échantillon d'un minéral de Ceylan fut soumis à Sir W. Ramsay. La forme de ce minéral était apparemment cubique, sa densité était supérieure à 9; une expérience immédiate montra qu'il donnait 9 centimètres cubes d'hélium par gramme, alors que la clévéite n'en fournit que 2,5. Ce minéral était fortement radio-actif, et une analyse, faite par M. Dunstan, révéla un mélange de terres rares, dont l'oxyde de thorium formait les sept dixièmes, d'où le nom de *thorianite* qui lui fut donné.

La forte radio-activité et la présence abondante de l'hélium devaient nécessairement inciter à traiter la thorianite en vue de l'extraction du radium, qui fut recherché par les procédés ordinaires. Mais alors apparut, dans des expériences conduites par M. Hahn, ce fait curieux et nouveau que, dans les cristallisations fractionnées qui furent entreprises, la radio-activité se massait dans les fractions extrêmes, alors que les parties moyennes étaient moins radio-actives. Les parties les moins solubles furent reconnues contenir du radium, tandis que les plus solubles renfermaient un autre corps radio-actif, qui fut désigné sous le nom de radio-thorium.

L'étude de ce corps conduisit à trouver que la radio-activité de son émanation diminue de moitié en cinquante-cinq secondes, exactement comme pour celle du thorium; la même égalité se retrouve pour les radio-activités induites.

Si l'on enveloppe de papier quelques milligrammes d'une forte préparation de radio-thorium, l'écran de sulfure de zinc placé dans son voisinage donne une scintillation comme celle du spintariscope. L'émanation qui s'en échappe s'élève dans l'air, et actionne un écran placé au-dessus, tandis qu'elle est sans effet sur un écran situé plus bas. Cette émanation se comporte donc, à ce point de vue, comme celle de l'actinium de M. Debierne ou de l'émanium de M. Giesel, dont l'identité avec l'actinium a été déjà mise en évidence par des expériences dont il a été rendu compte dans la *Revue*.

Le pouvoir radio-actif du radio-thorium est environ un demi-million de fois plus élevé que celui du thorium. A l'électroscope, il paraît deux fois moins actif que le radium; mais cette comparaison se rapporte aux rayons β , dont le radio-thorium est relativement moins riche que le radium.

Sir W. Ramsay considère comme très probable la production de l'hélium de la thorianite par la décomposition du radio-thorium. L'hélium apparaîtrait ainsi comme le terme final de toutes les radio-activités.

§ 7. — Sciences médicales

La prophylaxie de la tuberculose à bord des navires de commerce. — M. J. Dupuy conseille¹ de ne pas accepter de tuberculeux sur les navires de commerce et, si on les accepte, de les isoler pendant la traversée, de munir tous les locaux de crachoirs, de défendre de cracher par terre, bref, de prendre toutes les mesures de prophylaxie et de désinfection convenables. Il en profite aussi pour demander, en ce qui concerne le personnel naviguant, une visite médicale très sérieuse pour les hommes et pour les officiers, des changements fréquents de linge, des lavages à grande eau, au lieu du balayage à sec, et enfin la désinfection totale des cabines, soit par l'acide sulfureux, soit par des vapeurs de formol, au moins à chaque changement d'occupant.

Ces idées sont excellentes et devraient être mises en pratique : elles ont, d'ailleurs, déjà été émises par M. J. Rochard, dans un Mémoire récent couronné par l'Académie de Médecine : les deux auteurs sont d'accord pour croire que de telles mesures feraient disparaître pour ainsi dire totalement la tuberculose à bord des navires de commerce, qui paient certes, à ce fléau, un tribut plus grand qu'on ne pense.

L'action bactéricide des peintures murales. — Cette question a été très étudiée en Allemagne et en Italie. Elle vient d'être mise au point, en France, par M. le Dr Beautils². La technique des recherches (Deycke, Vito lo Bosco, Heimes, Jacobetz, Lydia Rabinowitch, etc.) est assez simple : sur des planchettes de bois ou sur des plaques de verre, on étend une couche de peinture et, sur celle-ci, une fois sèche, une culture de microbes. La plaque ainsi préparée est laissée au laboratoire, à l'abri de la poussière; puis, à des intervalles réguliers, on détache quelques colonies microbiennes qu'on ensemence sur un milieu approprié, ou qu'on inocule à des animaux. Une plaque témoin, c'est-à-dire non colorée, permet d'étudier l'action que la peinture exerce sur la vitalité et la virulence des microbes : cette action est, en général, nettement bactéricide, mais varie avec la nature de la couleur. C'est ainsi que les couleurs de porcelaine émaillée sont beaucoup plus actives que les couleurs à l'huile, notamment à l'égard du bacille de Koch; c'est ainsi également que le bleu d'outremer est plus actif que le gris et le marron, par exemple à l'égard du bacille pyocyanique. Mais, de toutes ces expériences, il faut retenir surtout, comme conclusion pratique, que les peintures émaillées exercent une action bactéricide très nette à l'égard du bacille de la tuberculose.

Mal perforant buccal dans le tabes. — Les tabétiques ne sont pas seulement exposés au mal perforant plantaire; il existe aussi un mal perforant buccal. Il s'agit toujours d'ulcérations profondes, intéressant non seulement les parties molles, mais les os voisins. Ces accidents ont été considérés comme des troubles trophiques consécutifs aux lésions nerveuses du tabes. Mais, pour qu'ils se produisent, il paraît nécessaire que les régions où ils siègent soient exposées à des pressions longuement répétées. C'est ainsi que, pour le mal perforant plantaire, le poids du corps et la pression de la chaussure semblent être la condition nécessaire de la production de cet accident. M. Brissaud assure qu'il suffit de prescrire le repos au lit pour voir disparaître les maux perforants plantaires. M. Pierre Marie a signalé comme cause capable de favoriser la production du mal perforant buccal le port d'un dentier, et tout spécialement des dentiers adhérents par succion. D'où la nécessité de défendre l'emploi de ces appareils aux tabétiques.

¹ *Revue d'Hyg. et de Pol. sanit.*, 1903, n° 5, p. 309.

² Thèse de Paris, 1903.

§ 8. — Géographie et Colonisation

La Situation économique de Madagascar.

— Le *Journal officiel* vient de publier le Rapport adressé par le général Gallieni au Ministre des Colonies sur l'état présent de notre grande île africaine. Ce document fait honneur à l'homme qui a su pacifier Madagascar, comme il l'avait fait auparavant du Tonkin. Nous laisserons de côté tout ce qui touche à l'organisation politique et administrative, aux questions si intéressantes d'instruction publique et d'assistance médicale, pour nous en tenir aux perspectives économiques du pays. Malgré ses 600.000 kilomètres carrés, l'île ne compte que 2.600.000 habitants, d'après l'évaluation officielle du 1^{er} janvier 1905, et son caractère tropical ne se prête guère à la colonisation européenne, d'autant plus que les plateaux du centre, de climat plus clément, sont les régions les plus peuplées d'indigènes et les moins fertiles. Seuls les deltas et les terres basses bénéficient du limon que les pluies violentes arrachent aux régions élevées, partout où la forêt n'empêche pas l'érosion. C'est là que la culture du riz pourrait s'étendre. Si les débouchés limités des denrées coloniales et les droits de douane dont ces marchandises sont frappées à leur entrée en France n'encouragent pas beaucoup les planteurs à la culture de la canne à sucre, du caféier, des épices, il n'en serait pas de même du coton, si recherché aujourd'hui par les pays industriels d'Europe, et auquel convient bien le climat alternatif des moussons. Le même avenir attend les exploitations de caoutchouc, ce précieux produit étant commun dans la bordure des forêts qui enserrant le plateau intérieur sur une largeur de 40 à 100 kilomètres. Le sol médiocre de la plus grande partie de l'île se prête à l'élevage : jusqu'ici, ce sont les bêtes à cornes qui sont les plus nombreuses, particulièrement le zébu ou bœuf à bosse, que l'on exporte dans les îles avoisinantes et jusque dans l'Afrique du Sud. D'autre part, la réussite d'essais de croisement du mouton indigène avec diverses races européennes, ainsi que l'installation récente d'éleveurs australiens, permettent d'espérer un développement du bétail ovin, peu exigeant en fait de sol.

Les nombreuses écoles professionnelles, très appréciées des indigènes, ne manqueront pas de contribuer à la création d'industries agricoles et textiles qui sont encore dans l'enfance. Quant aux richesses minières, elles sont encore mal connues; les métaux usuels, le fer et le cuivre spécialement, paraissent être abondants, tandis que la houille serait peu commune. On croit avoir trouvé ces temps derniers des terrains aurifères d'une grande valeur, mais voilà qu'au lieu de pouvoir exploiter et continuer de nouvelles recherches, le Gouvernement arrête tout, sous prétexte qu'il faut reviser le régime minier. L'heure nous paraît pour cela bien tardive; il importe donc de se hâter pour ne point décourager les chercheurs.

La même hâte dans l'établissement des voies de communication serait également désirable pour toutes les entreprises, qu'elles soient minières ou agricoles. Ce n'est pas le cas malheureusement. La voie ferrée, commencée en 1900, qui doit aller de Aniverano, à 100 kilomètres au sud de Tamatave, vers Tananarive, ne sera pas achevée avant 1907 ou 1908; elle coûtera au moins 63 millions de francs, pour une longueur de 271 kilomètres, alors que les Anglais, dans des conditions aussi défavorables, ont construit en moins de dix ans, avec 135 millions de francs, une ligne de 940 kilomètres, reliant le port de Mombase au lac Victoria-Nyanza. Vouloir faire trop bien, en matière de travaux publics, nous n'avançons pas assez rapidement. Il en est de même pour les quelques routes existantes, sauf cependant pour celle de Tananarive à Majunga, où le général Gallieni a appliqué le principe des économies.

Toutes ces voies restent bien insuffisantes, mais il ne faut pas oublier que nous sommes partis de rien; à notre arrivée, nous n'avions trouvé que des sentiers pour le transport à dos d'homme. Puis, l'œuvre politique et administrative ayant pris des années, le développement économique devait nécessairement s'en ressentir. Avant de terminer, nous voulons encore attirer l'attention sur les droits quasi prohibitifs qui frappent les marchandises étrangères à leur entrée dans l'île. Les sacrifices budgétaires consentis par la métropole méritent évidemment un privilège particulier, une certaine protection en faveur de ses marchandises; mais, si ce privilège est excessif, les droits de douane ne rapportent plus rien, et c'est la métropole qui doit combler les déficits du budget. D'autre part, les indigènes paient les objets fort cher et en achètent moins; ils progressent moins vite dans la vie civilisée; le développement économique de la colonie s'en ressent, en même temps que l'industrie métropolitaine elle-même. Tout cela prouve que nous manquons d'ampleur dans nos vues, et c'est pourquoi quelques-uns de nos rivaux étrangers ont si peur de nous voir étendre nos possessions coloniales. L'intervention allemande au Maroc en est un exemple topique.

P. Clerget,

Professeur à l'École de Commerce
du Locle (Suisse).

§ 9. — Enseignement

L'organisation des études médicales. —

Dans une circulaire adressée aux Recteurs, le Ministre de l'Instruction publique soumet à l'examen des Facultés de Médecine la question de l'organisation des études médicales. Au cours de ces dernières années, cette organisation a été l'objet de vives critiques.

La préparation scientifique des étudiants en médecine, qui, à la Faculté de Paris, a donné lieu cette année à de bruyantes manifestations, est assurée par des dispositions dont le Ministre estime le maintien nécessaire. Pourtant, dit la circulaire ministérielle, « il semble que la formation professionnelle des futurs médecins ne soit pas encore aussi complète et aussi pratique qu'on serait en droit de l'exiger ».

Il faut reconnaître que le domaine des sciences médicales s'est tellement étendu et transformé, qu'il est difficile aux étudiants d'en explorer toutes les parties dans l'espace de quelques années. Mais il est nécessaire, au moins, que les étudiants, avant d'exercer, aient acquis, avec un ensemble de connaissances solides et précises, le goût et l'habitude de l'observation. De cette façon, lorsqu'ils seront livrés à eux-mêmes et qu'ils seront obligés de prendre de graves responsabilités, ils sauront le faire avec décision et prudence. C'est donc dans l'application des enseignements à la pratique médicale, dans l'organisation des travaux pratiques et du stage hospitalier, que l'on devra rechercher les améliorations à introduire.

Aussi c'est sur les points suivants que le Ministre attire l'attention des Facultés :

1^o Répartition des enseignements entre les diverses années d'études médicales de façon à en mieux établir la coordination et à assurer l'instruction progressive des étudiants;

2^o Organisation plus complète, plus méthodique et plus efficace des travaux pratiques et du stage, de façon qu'il soit possible de tenir compte aux étudiants de la participation active qu'ils y auront prise;

3^o Régime des examens : y aurait-il lieu de conserver le régime actuel, ou bien de rétablir les examens de fin d'année, ou de les grouper à la fin de la seconde et de la quatrième année?

Les résultats de cette enquête devront être transmis au Ministre avant le 1^{er} janvier 1906.

LA CATALYSE PAR LES MÉTAUX COMMUNS

Diverses réactions chimiques ne peuvent se produire qu'en présence de certaines substances qui se retrouvent inaltérées après la réaction. On a donné le nom de *catalyse* à ce mécanisme particulier, qui parut tout d'abord échapper aux conditions habituelles des phénomènes, et l'on désigne sous le nom de *catalyseurs* les substances spéciales dont le contact est utile ou indispensable pour provoquer les transformations chimiques, et qui n'y subissent, au moins en apparence, aucune modification.

Les métaux précieux, surtout le platine et les métaux voisins, rhodium, osmium, palladium, ruthénium, iridium, employés sous forme divisée, à l'état spongieux ou pulvérulent, sont des agents classiques de catalyse. Ils sont particulièrement efficaces pour déterminer par leur présence beaucoup d'oxydations directes par l'air ou l'oxygène gazeux. Un fragment de mousse de platine, introduit à la température ordinaire dans un mélange d'hydrogène et d'oxygène, en provoque immédiatement la combinaison brusque avec explosion.

L'emploi de la mousse ou du noir de platine, portés à une température peu élevée, permet de réaliser l'oxydation directe de l'ammoniaque en acide azotique, celle de l'anhydride sulfureux en anhydride sulfurique, et cette dernière réaction est, depuis quelques années, l'objet d'une application industrielle assez étendue. Il permet aussi d'oxyder directement les alcools primaires en aldéhydes et acides correspondants.

À côté de ces nombreuses réactions d'oxydation, les métaux du platine peuvent également fournir certaines réactions importantes d'hydrogénation. Ainsi, la mousse de platine provoque, dès la température ordinaire, l'action de l'hydrogène sur l'oxyde azoteux, donnant de l'eau et de l'azote; celle de l'hydrogène sur l'oxyde azotique ou sur le peroxyde d'azote, qui fournit de l'ammoniaque et de l'eau. La présence de platine divisé permet de réaliser très vite à 350° la production d'acide iodhydrique à partir des éléments, réaction limitée qui, effectuée sans son secours, exige plusieurs jours pour s'accomplir.

Il y a une trentaine d'années, de Wilde avait constaté que, si l'on introduit à froid un peu de noir de platine dans une éprouvette contenant des volumes égaux d'acétylène C^2H^2 et d'hydrogène, ces deux gaz se combinent intégralement en donnant de l'éthylène C^2H^4 ; de la même façon, des volumes égaux d'éthylène et d'hydrogène se combinent en éthane C^2H^6 .

Nous pouvons citer aussi à l'actif de ces mêmes métaux diverses réactions de *dédoublément moléculaire*. Ainsi le noir de rhodium décompose à froid l'acide formique en acide carbonique et hydrogène (Sainte-Claire-Deville et Debray); il détruit les hypochlorites alcalins avec séparation d'oxygène.

En dehors des catalyses d'oxydation, qui ont reçu, depuis assez longtemps, des applications plus ou moins importantes, ces diverses actions étaient demeurées des faits isolés, et, par suite, peu féconds. Pourtant, dans les travaux que j'ai poursuivis depuis plus de sept ans avec la collaboration de M. Senderens, nous avons reconnu que les réactions d'hydrogénation effectuées par la mousse ou le noir de platine sont bien plus nombreuses qu'on ne le pensait, et leur rôle comme catalyseurs aurait ainsi acquis beaucoup d'importance si nous n'avions découvert que divers métaux communs, nickel, cobalt, fer, cuivre, employés à l'état divisé, sont d'un emploi bien plus avantageux. Parmi ces métaux, deux sont particulièrement intéressants: ce sont le nickel et le cuivre, dont l'emploi nous a permis d'édifier des méthodes générales et très fécondes d'hydrogénation et de dédoublément moléculaire, applicables à une infinité de matières volatiles.

Dans ses grandes lignes, le principe de ces méthodes est déjà connu.

Pour hydrogéner une matière organique volatile, il suffit d'en diriger les vapeurs, entraînées par un excès d'hydrogène, sur une colonne de nickel divisé, maintenue à une température convenable: la réaction a lieu sans que le métal soit modifié, et elle se poursuit indéfiniment, tant qu'on continue à envoyer sur le nickel le mélange d'hydrogène et de substance.

De même, si l'on dirige sur le nickel ou sur le cuivre, à température définie, les vapeurs de certains composés, ceux-ci subissent, au contact des métaux divisés, des dédoubléments réguliers, et, dans un grand nombre de cas, ceux-ci se produisent très longtemps, sans modification apparente des métaux catalyseurs.

Tel est, dans sa simplicité, le schéma général des réactions; mais il importe d'appeler l'attention sur un certain nombre de points importants.

I. — CONDITIONS D'EMPLOI DES MÉTAUX CATALYSEURS.

§ 1. — État des métaux.

Les métaux catalyseurs interviennent dans les réactions par leurs surfaces; leur activité chi-

mique est donc proportionnelle à l'étendue de ces surfaces. Leur action utile ne pourra s'exercer avec avantages que si ces surfaces sont très étendues par rapport à leur masse.

On savait déjà qu'une lame de platine agit faiblement comme catalyseur, tandis que la mousse et surtout le noir de platine sont très efficaces. Il en est de même pour le nickel ou pour le cuivre. La limaille de ces métaux n'est qu'une poudre grossière, dont les fragments sont relativement volumineux : aussi ne montre-t-elle qu'une activité médiocre. La poudre impalpable de cuivre qui sert pour la dorure en faux au vernis peut, au contraire, donner d'excellents résultats. Mais les meilleurs sont obtenus en prenant les métaux sous la forme très divisée que fournit la réduction des oxydes, à température peu élevée, par l'hydrogène ou par l'oxyde de carbone.

Plus basse a été la température de réduction, plus les grains du métal sont ténus, et, par suite, plus grande est l'activité du catalyseur obtenu. Pratiquée au rouge, la réduction de l'oxyde fournit un métal très aggloméré et, par conséquent, très paresseux.

Dans l'usage ordinaire, nous effectuons vers 300° la réduction du cuivre, en évitant que, par une rapidité excessive de l'hydrogène, le métal formé ne soit porté à l'incandescence. La réduction du nickel est habituellement accomplie vers 350°.

§ 2. — Durée des catalyseurs.

L'activité du métal catalyseur se maintiendra intégralement tant que la nature et l'étendue des surfaces utiles ne seront pas modifiées. Tout ce qui altérera dans une certaine mesure les surfaces actives du métal en diminuera ou en supprimera la fonction utile, et ces altérations pourront être produites soit par des actions chimiques, modifiant d'une façon permanente et définitive le métal superficiel, soit par des dépôts physiques de matière, dont l'accumulation en couche un peu épaisse empêche le contact du catalyseur avec les vapeurs de la matière transformable.

La présence de traces d'oxygène dans les réactions d'hydrogénation effectuées par le nickel ou le cuivre, agissant comme catalyseurs au-dessus de 180°, n'a aucun inconvénient parce que, dans ces conditions de température, les oxydes de nickel ou de cuivre sont ramenés à l'état de métal ; il n'en serait plus de même avec le cobalt ou le fer, métaux dont les oxydes sont plus difficiles à réduire, et cette difficulté de réduction suffirait à elle seule pour écarter dans la pratique ces métaux, dont l'emploi ne présente, d'ailleurs, aucun avantage.

Au contraire, des traces de chlore, de brome, d'iode, de soufre, d'arsenic, suffisent pour détruire

très rapidement l'activité catalytique du nickel réduit, parce qu'il se produit sur la surface de chaque grain métallique une couche stable infiniment mince du composé métallique correspondant. Il est donc absolument nécessaire d'éviter la présence de ces matières, véritables poisons pour le catalyseur. Il faut qu'elles n'arrivent au nickel, ni pendant la préparation de l'oxyde, ni pendant sa réduction, ni pendant l'action elle-même. L'oxyde de nickel sera produit de préférence à partir de l'azotate, et non pas à partir du sulfate ou du chloruré, qui pourraient y laisser une certaine dose de principe toxique, atténuant beaucoup son activité.

L'hydrogène employé soit à réduire l'oxyde, soit à réaliser les hydrogénations doit nécessairement être purifié avec soin, et débarrassé de toutes traces d'acide chlorhydrique, d'hydrogène sulfuré ou arsénié. Enfin, les matières soumises à la catalyse doivent être employées suffisamment pures et ne pas contenir, même en très petite quantité, les impuretés dangereuses que nous avons énumérées. Le benzène du commerce, chargé de produits thiophéniques, ne tarde pas à tuer le nickel catalyseur, et ne peut être pratiquement changé par hydrogénation en cyclohexane.

Du phénol, souillé de traces infinitésimales de brome, a refusé de s'hydrogéner sur le nickel, parce que ce dernier avait, à son contact, très rapidement perdu toute son activité hydrogénante.

Cette sensibilité des métaux catalyseurs vis-à-vis de certaines substances fait nécessairement songer à celle que les ferments vivants manifestent vis-à-vis de quelques matières toxiques. Raulin a montré que, dans une liqueur contenant $\frac{1}{1.600.000}$ de nitrate d'argent, l'*Aspergillus niger* ne peut vivre, et que la culture de cette moisissure est impossible à réaliser dans un vase d'argent, bien que les méthodes de l'analyse chimique ne puissent déceler, dans le liquide, la présence d'argent provenant du vase.

L'assimilation du nickel catalyseur à un ferment vivant s'impose nécessairement à la pensée, non seulement par l'analogie du mécanisme des réactions accomplies, par l'influence pernicieuse de traces de matières toxiques, mais aussi par l'allure même du phénomène. Comme dans la vie des ferments figurés, on peut, dans l'activité des métaux catalyseurs, distinguer trois périodes : une période initiale, une période normale, une période de déclin. Pendant la période initiale, généralement de courte durée, le ferment s'habitue à sa fonction : souvent, le nickel, trop fougueux, dépasse le but qu'on désire atteindre, et, au lieu de réaliser régulièrement l'hydrogénation des molécules, il peut

en disloquer quelques-unes en débris plus ou moins importants.

La période normale est celle du fonctionnement régulier : elle peut durer très longtemps, et devrait être indéfiniment longue, si rien ne venait affaiblir l'activité du métal. Nous avons pu, au moyen du même nickel, réaliser pendant plus d'un mois l'hydrogénation du benzène ou celle du phénol, l'opération étant interrompue chaque soir, reprise le lendemain matin.

Mais, quelque soin qu'on puisse apporter à la purification des substances ou de l'hydrogène employé à les transformer, des traces infinitésimales de matières toxiques finissent par s'introduire et viennent peu à peu altérer les surfaces actives du métal. Souvent aussi de la réaction elle-même pourront provenir en petite quantité des matières peu ou point volatiles, solides charbonneux ou liquides goudronneux, qui demeurent sur le métal, diminuant le contact avec les matières transformables et finissant même par le supprimer presque complètement.

C'est à cet effet que correspond la période de déclin, où l'activité du catalyseur va toujours en s'affaissant, et qui aboutit, après un temps plus ou moins long, à la mort du ferment.

La fonction du métal catalyseur peut être, dans une certaine mesure, modifiée pendant cette période de déclin : l'intoxication partielle du ferment minéral peut supprimer certaines fonctions, tandis qu'elle permet l'accomplissement d'autres travaux plus faciles. Il y a, pour le ferment-métal, certaines tâches plus particulièrement délicates, et qui ne peuvent être accomplies que par un ferment tout à fait sain.

Notons, d'ailleurs, que le cuivre est beaucoup moins altérable que le nickel : son activité régulière peut généralement être maintenue pendant un temps très long.

§ 3. — Température de la réaction.

Les actions provoquées par les métaux catalyseurs n'ont lieu qu'entre des limites définies de température et, par suite, elles réclament un réglage de cette dernière, sous peine de supprimer la réaction qu'on veut produire ou de la voir se modifier profondément.

Les hautes températures favorisent généralement les dédoublements moléculaires; aussi, dans les réactions d'hydrogénation par addition, on a intérêt à opérer à des températures aussi basses que possible. Ainsi, la naphthaline hydrogénée sur le nickel à 200° fournit seulement le tétrahydure, tandis qu'à 175° on peut atteindre l'octohydure (Leroux). A 300°, on aurait surtout production de méthane, issu de l'émiettement de la molécule. De

même, l'antracène à 250° fournit seulement le tétrahydure; à températures plus basses, il donne l'octohydure et même le dodécahydure (Godchot).

Nous donnerons plus loin d'autres exemples des changements que la variation de température peut introduire dans le phénomène.

II. — MÉCANISME DE L'ACTION CATALYTIQUE DES MÉTAUX DIVISÉS.

§ 1. — Théorie de la combinaison instable du métal avec un des constituants du système.

On sait que le charbon de bois joue, dans diverses réactions chimiques, un rôle catalytique. Un fragment de charbon de bois, introduit dans un mélange d'oxygène et d'acide sulfhydrique, provoque la combinaison des deux gaz avec production d'eau et d'anhydride sulfureux. On a voulu en chercher la raison dans une condensation purement physique des gaz, l'absorption donnant lieu à une élévation de température capable de déterminer la combustion de l'hydrogène sulfuré. La même explication physique a été donnée pour l'action de la mousse de platine sur le mélange d'hydrogène et d'oxygène.

Mais il resterait alors à expliquer pourquoi les gaz vont se comprimer dans les pores du charbon ou de la mousse de platine.

Cette théorie physique a eu surtout comme effet fâcheux d'empêcher à peu près complètement la prévision rationnelle des réactions de catalyse. Pour ma part, je n'y ai jamais cru, et j'attribue en partie à la conception que je me faisais du phénomène le succès de mes recherches sur ce sujet.

J'ai toujours pensé que le principe de l'activité catalytique des métaux divisés réside dans la formation d'une combinaison temporaire et superficielle du métal avec l'un des constituants du système, soit que ce constituant y existe à l'état libre, soit qu'il soit enlevé par le métal à un corps dans lequel il se trouve engagé.

Dans une multitude de cas, le nickel divisé est un agent efficace d'hydrogénation, parce que, placé dans une atmosphère d'hydrogène, il fixe ce gaz sur sa surface, et l'hydrure ainsi formé en couche mince réagit à température convenable sur les vapeurs arrivant à son contact; le métal se trouve régénéré, et engendre de nouveau l'hydrure. La réaction se continue indéfiniment de la même manière, tant qu'on envoie à la fois sur le métal de l'hydrogène et les vapeurs de la matière qui doit être hydrogénée.

Le fer, le cobalt, le cuivre, le platine donnent lieu à des phénomènes de même nature.

L'aptitude spécial du nickel à ce genre de réac-

tions tient, sans doute, à ce que la combinaison temporaire de ce métal avec l'hydrogène se fait et se défait très vite aux températures utiles.

Ainsi donc, j'admets, comme cause de l'activité catalytique du nickel, sa combinaison temporaire, non seulement avec l'hydrogène, mais encore avec l'oxyde de carbone, avec l'ammoniac AzH^3 , voire même avec les éléments de l'eau H^2O : l'hydrure, le nickel-ammonium, l'hydrate, ainsi produits sont instables à toutes températures, et l'on ne peut les isoler à l'état visible; au contraire, la combinaison avec l'oxyde de carbone, le nickel-carbonyle $Ni(CO)^4$, également instable pour la plupart des températures, peut exceptionnellement subsister et être isolée au-dessous de 100° (Mond, Langer et Quincke).

C'est à la combinaison instable du métal avec l'ammoniac qu'il faut attribuer les formations d'amines secondaires ou tertiaires, qui accompagnent habituellement les amines primaires engendrées normalement par action régulière.

Au contact du nickel, on a :



Amine primaire. Amine secondaire.

et :



Amine primaire. Amine tertiaire.

C'est ainsi que, dans l'hydrogénation de l'aniline, nous avons obtenu, à côté de la cyclohexylamine, terme régulier de la réaction, une quantité très importante de dicyclohexylamine.

C'est ainsi que, dans l'hydrogénation des nitriles sur le nickel ou sur le cuivre, nous avons recueilli non seulement l'amine primaire correspondante, mais encore les amines secondaire et tertiaire; et il en est de même dans l'hydrogénation des oximes (Mailhe).

Cette théorie des phénomènes de catalyse n'est peut-être pas vraie : mais c'est guidé par elle que nous avons pu arriver à une multitude de conséquences fécondes. Comme l'a fort bien dit M. Poincaré, une théorie est bonne tant qu'elle est utile. J'ai jugé qu'il en était ainsi pour l'idée que je me faisais de ce genre de réactions.

§ 2. — Diversité du rôle des métaux catalyseurs.

La théorie que nous venons de développer conduit immédiatement à prévoir la multiplicité du rôle que les métaux catalyseurs peuvent jouer selon les conditions où ils se trouvent placés.

Par exemple, les métaux divisés devront, suivant les conditions de milieu ou de température, réaliser soit des fixations, soit, au contraire, des enlèvements d'hydrogène.

Si l'on fait passer de l'acétylène seul sur du nickel réduit, légèrement chauffé, le métal tend à fournir

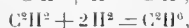
un hydrure instable aux dépens de l'hydrocarbure, et l'on a effectivement, avec incandescence, la réaction prépondérante (Moissan et Moureu) :



Il y a dépôt d'une grande quantité de charbon, l'hydrogène ainsi libéré pouvant, d'ailleurs, réagir sur une portion de l'acétylène pour l'hydrogéner. Une réaction analogue est fournie par l'éthylène à 300° :



Inversement, si l'on dirige à froid sur du nickel réduit un mélange d'acétylène et d'hydrogène en excès, on obtient la combinaison régulière des deux gaz, et, selon leurs proportions, la production intégrale soit d'éthylène, soit d'éthane, selon les formules :



et ces réactions se produisent totalement sans aucune complication, sans aucun dépôt appréciable de charbon, dû à la destruction de l'acétylène ou de l'éthylène. Dans ce cas, l'hydrure temporaire de nickel s'est formé exclusivement aux dépens de l'hydrogène libre, et nullement aux dépens de l'hydrogène engagé dans la molécule d'acétylène.

Nous pouvons citer de nombreux exemples analogues. Quand on envoie sur du nickel réduit, maintenu entre 80° et 200° , des vapeurs de benzène, entraînées par un excès d'hydrogène, le benzène se trouve totalement hydrogéné et changé en cyclohexane, selon la formule :



C'est une préparation extrêmement aisée à accomplir. Mais il suffit de modifier la température pour que l'hydrure temporaire de nickel puisse se produire aisément à partir du cyclohexane. Des vapeurs de ce dernier corps, dirigées sur du nickel au-dessus de 260° , fournissent la réaction :



Il y a régénération de benzène; mais l'hydrogène ainsi libéré réagit à son tour sur le benzène, pour donner du méthane, et c'est ce dernier gaz qui sera l'unique produit de la réaction d'hydrogénation du benzène par le nickel à 350° .

Voici un cas d'inversion, qui est particulièrement fécond.

Lorsqu'on dirige sur du nickel, au-dessous de 180° , des vapeurs d'aldéhyde ou d'acétone entraînées par un excès d'hydrogène, on obtient, sans aucune complication et avec un rendement excellent, la production de l'alcool correspondant :

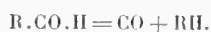


Au contraire, si l'on fait passer sur du cuivre réduit, chauffé au-dessous de 300°, les vapeurs d'un alcool primaire ou secondaire, on a un dédoublement très net en hydrogène et aldéhyde ou acétone :



C'est la réalisation expérimentale très saisissante de la définition élémentaire des aldéhydes et des acétones : les aldéhydes sont des alcools déshydrogénés.

Le nickel, agissant seul sur les alcools primaires ou secondaires, tend à produire un dédoublement de même nature; mais il vient s'y joindre l'action spéciale que ce métal exerce sur les aldéhydes ou sur les acétones qui prennent naissance dans la réaction. Cette action spéciale, peu importante avec les acétones, est, au contraire, aisée avec les aldéhydes : le nickel leur enlève l'oxyde de carbone, selon la formule :



Dans ce dernier cas, la réaction se trouve réglée par la double tendance à la production des combinaisons temporaires du métal avec l'hydrogène et avec l'oxyde de carbone.

Cette inversion du phénomène, selon les conditions expérimentales où l'on se place, est certainement l'une des principales causes de la fécondité merveilleuse des nouvelles méthodes.

Un autre point non moins important est la possibilité d'accomplir successivement des travaux variés, et de sérier pour ainsi dire les réactions effectuées dans un même système; on dispose pour cela de deux facteurs fondamentaux : la température et le choix du métal catalyseur. Nous avons déjà signalé l'influence énorme de la température. La nature du métal n'a pas moins d'importance.

Les résultats changent beaucoup quand on substitue le cuivre au nickel, et, pour un même métal catalyseur, quand on modifie les conditions de sa préparation.

Le nickel, réduit lentement de son oxyde à température basse au-dessous de 250°, possède une activité extrême, qui est favorable dans quelques cas, excessive dans un grand nombre. Il convient fort bien pour saturer d'hydrogène les hydrocarbures, par exemple pour changer en carbures forméniques les carbures éthyléniques ou acétyléniques, pour transformer le benzène en cyclohexane. Il convient mal pour hydrogéner les phénols, l'aniline, les dérivés nitrés, les nitriles, etc., parce que son action dépasse le but que l'on veut atteindre. Avec le phénol, il y a, à côté d'une production médiocre de cyclohexanol, formation abondante d'eau et de cyclohexane. L'aniline donne surtout,

au lieu de la cyclohexylamine, du cyclohexane et de l'ammoniaque.

Le nitrobenzène fournit non pas l'aniline, mais la cyclohexylamine, et même du cyclohexane.

Pour ces derniers travaux, il convient de se servir de nickel réduit vers 350°. L'expérience indique, dans chaque cas particulier, quel nickel doit être préféré. Il convient, d'ailleurs, de faire remarquer que les nickels trop actifs calment peu à peu leur ardeur excessive : ils ne tardent pas à vieillir et peuvent alors accomplir normalement leur fonction utile.

Le cuivre est, dans tous les cas, moins actif que le nickel, et, je l'ai déjà signalé, beaucoup moins sujet aux influences nocives. Il est aussi moins influencé par la température de réduction. Toutefois, il y a une assez grande différence, au point de vue de l'activité catalytique, entre le métal rouge orangé, préparé par une réduction rapide avec incandescence, et le métal brun violacé, que fournit la réduction effectuée à température peu élevée. Ce dernier, quand il est jeune, agit parfois trop violemment; par exemple, à 300°, il donne avec le métaméthylcyclohexanol, non pas seulement le dédoublement régulier en métaméthylcyclohexanone et hydrogène, mais aussi, dans une proportion plus ou moins importante, la scission de l'alcool en eau et méthylcyclohexène. Toutefois, ici encore, le vieillissement du métal ramène la régularité de fonction.

Le cuivre est, d'ailleurs, incapable d'effectuer certains travaux, qui sont facilement accomplis par le nickel : ainsi il ne peut changer les oxydes du carbone en méthane, il ne peut non plus hydrogéner le noyau aromatique. Il est à peu près inapte à provoquer l'élimination d'oxyde de carbone, qui est si facilement réalisée par le nickel; et c'est là une circonstance éminemment favorable, qui désigne le cuivre pour effectuer le dédoublement catalytique des alcools primaires en aldéhyde et hydrogène.

On conçoit, dès lors, que l'application des deux métaux à un même système conduise à des résultats fort dissemblables, et nous avons pu, avec M. Senderens, donner des exemples bien caractéristiques de ces différences. Le styrolène ou cinnamène doit être regardé comme étant du phényléthylène :



L'hydrogénation, pratiquée sur le nickel, s'adresse à la fois à la branche éthylénique et au noyau aromatique, et l'on arrive intégralement à l'éthylcyclohexane :



Au contraire, l'hydrogénation, réalisée sur le

cuivre, ne produit aucun effet sur le noyau aromatique, mais a lieu sur la branche éthylénique : elle fournit seulement l'éthylbenzène :



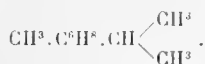
De même, on sait que le limonène peut être représenté par la formule :



Il possède deux doubles liaisons, l'une dans la branche latérale éthylénique, l'autre dans le noyau cyclique. L'hydrogénation sur le nickel les modifie l'une et l'autre, et donne le carbure cyclique saturé :



identique à celui que fournit l'hydrogénation du paracymène. Au contraire, l'hydrogénation sur le cuivre n'atteint pas le noyau cyclique, et conduit seulement au carbure, isomère du menthène :



III. — RÉSULTATS OBTENUS.

La catalyse par le nickel ou par le cuivre a déjà permis d'obtenir un très grand nombre de résultats et je ne saurais songer à en donner l'énumération, et surtout le détail. Je devrai me borner à en faire une classification rapide. On peut diviser les réactions en deux grandes classes : réactions d'hydrogénation et réactions de dédoublement¹

§ 1. — Réactions ordinaires d'hydrogénation.

Les hydrogénations effectuées par la méthode directe de contact peuvent se séparer en deux groupes : les unes, que nous pourrions appeler les *hydrogénations banales*, pouvaient déjà être accomplies par les méthodes anciennes, telles que zinc et acide chlorhydrique, amalgame de sodium et eau, sodium et alcool, acide iodhydrique concentré employé en tube scellé à températures plus ou moins hautes.

Le nickel et le cuivre conviennent habituellement tous les deux pour ce genre de réactions. La substitution de la nouvelle méthode aux anciens procédés ne présente ici d'intérêt que si elle fournit des résultats plus avantageux, ou si elle conduit à des résultats différents.

En réalité, dans l'immense majorité des cas, elle devra être préférée, parce que sa mise en œuvre est très aisée, et qu'elle conduit généralement à des rendements utiles extrêmement élevés.

Avec un outillage très simple, quelques grammes de nickel ou de cuivre, qui peuvent servir longtemps, suffisent pour transformer une grande quantité de substance, pourvu que l'on ait soin de bien purifier l'hydrogène employé pour la réaction. L'opération est très facile à conduire; elle est continue, et n'exige presque aucune surveillance.

Je crois qu'en appliquant la nouvelle méthode d'hydrogénation directe sur le nickel, aucun chimiste ne regrettera les tubes scellés à acide iodhydrique, cet outil ingénieux qui a rendu bien des services, mais dont le maniement était si pénible et même si dangereux, donnant lieu trop fréquemment à de terribles accidents.

D'ailleurs, dans l'hydrogénation par les métaux, les rendements sont d'ordinaire très importants, parce que les réactions sont simples, et ne fournissent habituellement aucun produit accessoire, à côté de la matière principale que l'on veut former. Celle-ci est généralement atteinte très vite à l'état de pureté.

L'hydrogénation directe des carbures éthyléniques ou acétyléniques sur le nickel est extrêmement aisée à réaliser; elle a lieu totalement sans aucune complication accessoire, et elle constitue un moyen facile de produire les carbures forméniques correspondants. La suppression des liaisons éthyléniques ou acétyléniques est l'un des travaux qui sont le plus facilement accomplis par le nickel : la réaction a lieu plus vite que d'autres travaux, tels que la fixation d'hydrogène sur une aldéhyde ou une acétone, et il en résulte qu'en hydrogénant rapidement une aldéhyde ou une acétone possédant des liaisons éthyléniques, on arrive à supprimer ces dernières sans altérer la fonction de la molécule. C'est ainsi que nous avons pu changer l'aldéhyde acrylique $CH^2 : CH.COII$, en aldéhyde propionique $CH^3.CH^2.COII$, et ce n'est que par une hydrogénation plus prolongée que celle-ci conduit à l'alcool propylique.

M. Darzens, plus récemment MM. Haller et Martine ont trouvé des résultats analogues dans l'hydrogénation ménagée d'acétones incomplètes.

Le nickel ou le cuivre permettent de réaliser commodément la réduction des dérivés nitrés, qui, avec un réglage convenable de la réaction, sont changés régulièrement en dérivés aminés correspondants : une préparation industrielle de l'aniline peut être basée sur l'hydrogénation du nitrobenzène en présence du cuivre à 300°, et le procédé, qui présente, sur les méthodes actuelles par voie humide, l'avantage d'être continu, est très peu coûteux si l'on

¹ PAUL SABATIER et SENDERENS : *Ann. de Ch. et de Phys.* (8), t. IV, p. 319 à 488, 1905. — PAUL SABATIER : Conférence faite à la Soc. chimique de Paris, 18 février 1905.

remplace l'hydrogène par le gaz à l'eau, mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone, qui convient tout aussi bien pour effectuer la réaction.

La transformation des aldéhydes ou des acétones en alcools correspondants peut être effectuée facilement par l'hydrogénation directe sur le nickel, et, contrairement à la méthode habituellement suivie avec l'amalgame de sodium et l'eau, il ne se produit aucune réaction secondaire appréciable : le rendement est extraordinairement élevé. Tous les chimistes savent combien il est pénible d'arriver à l'alcool isopropylique à partir de l'acétone ordinaire, parce que, dans le mode ancien de préparation, les produits accessoires, matières condensées, pinacone, sont très abondants, et l'alcool isopropylique, obtenu en solution aqueuse, n'en est séparé qu'avec une certaine difficulté. Sur le nickel, l'hydrogénation de l'acétone a lieu avec une facilité merveilleuse : nous avons eu du premier coup un liquide commençant à bouillir à 79°, et où la proportion d'alcool dépassait 90 %, facile à séparer par une seule rectification de l'acétone non transformée. L'alcool isopropylique et, par suite, les produits isopropyliques sont ainsi préparés facilement et à un prix peu élevé.

Parfois, l'un des avantages de l'hydrogénation par catalyse est, au contraire, la formation de produits secondaires intéressants, dont l'accès direct serait difficile.

Ainsi l'hydrogénation directe du phénylacétylène $C^6H^5.C \equiv CH$ sur le cuivre donne, à côté d'une certaine proportion d'éthylbenzène, près de 50 % de diphenylbutane symétrique, carbure assez malaisé à produire par les méthodes habituelles.

L'hydrogénation directe des nitriles $R.CAz$ en présence du nickel ou du cuivre a lieu avec beaucoup de facilité ; mais, à côté de l'amine primaire $RCH^2.AzH^2$, que fournissent seules les anciennes méthodes d'hydrogénation par voie humide, on obtient des quantités encore plus importantes d'amine secondaire $(RCH^2)^2AzH$, et même d'amine tertiaire $(RCH^2)^3Az$, corps habituellement très difficiles à préparer, et dont la formation, très aisée par cette voie, présente, pour cette raison, un intérêt tout spécial.

De même, dans l'hydrogénation des oximes (Mailhe), les amines primaires sont toujours accompagnées de fortes proportions d'amines secondaires.

§ 2. — Réactions spéciales d'hydrogénation.

À côté des hydrogénations que peuvent accomplir tous les procédés, il y a, au contraire, celles qui ne peuvent être pratiquement réalisées que par la nouvelle méthode, et qui sont l'apanage exclusif des métaux catalyseurs. Tous les métaux cessent d'être

efficaces ; le cuivre, le platine divisés, qui pouvaient suffire à accomplir les travaux que nous venons de décrire, ne peuvent plus être employés. Il faut s'adresser au nickel ou, à son défaut, au cobalt, qui présente, avec une certaine atténuation, des aptitudes analogues.

Ce champ réservé de l'hydrogénation comprend deux cas principaux :

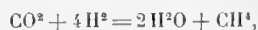
1° La transformation des oxydes du carbone en méthane ;

2° L'hydrogénation du noyau aromatique.

En présence du nickel au-dessus de 180°, l'oxyde de carbone subit une hydrogénation directe avec formation exclusive d'eau et de méthane selon la formule :



L'anhydride carbonique subit la même réaction au-dessus de 250° :



et cette transformation peut se poursuivre indéfiniment à l'aide du même nickel, pourvu que l'anhydride carbonique et l'hydrogène arrivent à son contact suffisamment purs.

L'hydrogénation directe du noyau aromatique est l'œuvre capitale du nickel divisé. On sait avec quelle difficulté était jusqu'à présent réalisée cette hydrogénation. L'action de l'acide iodhydrique concentré sur le benzène, en tube scellé à 250°, fournit non pas le cyclohexane, mais un isomère dû à une transposition moléculaire, le méthylpentaméthylène, bouillant à 69°. Le même agent a pu toutefois fixer péniblement 6 H sur le toluène et sur quelques autres carbures homologues du benzène, en donnant les dérivés cyclohexaniques correspondants. Mais il échoue complètement sur les phénols, sur l'aniline, et ce n'est guère que dans le cas des acides aromatiques, acides benzoïque, toluïques, phtaliques, que l'addition de 6 H sur le noyau a pu être pratiquement obtenue, soit par le tube scellé à acide iodhydrique, soit par l'amalgame de sodium et l'eau.

L'emploi du nickel réduit, entre 80 et 200°, permet de transformer très facilement le benzène C^6H^6 en cyclohexane C^6H^{12} bouillant à 81°, et une réaction non moins aisée s'applique à tous les carbures homologues du benzène, toluène, xylènes, mésitylène, cumène, cymène, etc., et les transforme en homologues du cyclohexane. Ces carbures, qui ne pouvaient être préparés que par voie de synthèses compliquées, ou devaient être retirés par des fractionnements très pénibles des pétroles de Bakou, sont donc devenus d'un accès très facile.

Le phénol ordinaire se laisse également hydrogéner sur le nickel sans difficulté, et fournit le

cyclohexanol $C^6H^{11}.OH$. Nous avons pu de la même façon hydrogéner régulièrement les trois crésols et les xylénols (Sabatier et Mailhe), et la réaction a pu être appliquée avec le même succès au thymol et au carvacrol (Brunel). Nous avons également constaté que les diphénols subissent sur le nickel une hydrogénation normale du noyau; mais la réaction est ici fort pénible à poursuivre : elle doit être conduite avec une lenteur excessive, car il ne faut pas, sous peine d'atteindre le carbure avec départ d'eau, que la température s'élève notablement au-dessus de 200° , et, dans ces conditions, la volatilité du diphénol est extrêmement réduite. Les éthers de phénols, anisol, méthoxyrésols, etc., peuvent, comme les phénols, fixer $6H$ dans des conditions analogues.

L'hydrogénation sur le nickel a pu être fructueusement appliquée à l'aniline, qui a fourni la cyclohexylamine $C^6H^{11}AzH^2$, accompagnée de dicyclohexylamine $(C^6H^{11})^2AzH$ et de cyclohexylaniline $C^6H^{11}.AzH.C^6H^5$, qui proviennent du dédoublement partiel de l'amine primaire et n'avaient jamais été obtenues. Les homologues de l'aniline, toluidines, méthyl ou éthylanilines, se prêtent à la même fixation, et l'on arrive ainsi à obtenir, sans difficulté, des substances encore inconnues, ou à peine entrevues à la suite de réactions très délicates.

C'est précisément dans le cas où l'hydrogénation du noyau était réalisée par les anciens procédés que la nouvelle méthode échoue : je veux parler des acides aromatiques, et cet échec tient à ce que ces acides altèrent le nickel, et suppriment ainsi très rapidement le facteur fondamental de la réaction. Mais, quand la matière hydrogénable n'exerce aucune action nocive sur le catalyseur, celui-ci exerce sûrement son action, et tend à fixer $6H$ sur chaque noyau aromatique : c'est ce qui a lieu dans les carbures polyphényliques, diphényle, diphénylméthane (Eykmann).

§ 3. — Réactions de dédoublement.

Nous avons dit antérieurement que les métaux catalyseurs peuvent fréquemment réaliser des dédoublements dans les molécules volatiles qui arrivent à leur contact, parce qu'ils tendent à fixer temporairement, en composés instables, de l'hydrogène, de l'ammoniaque, de l'oxyde de carbone, voire même de l'eau, arrachés à ces molécules. De très nombreuses réactions se rattachent à ce mécanisme, et je ne saurais les indiquer toutes ici.

L'une des plus importantes et des plus fécondes est le dédoublement que le cuivre réduit exerce sur les alcools.

Les vapeurs d'un alcool primaire dirigées sur du cuivre, maintenu entre 200 et 300° , se scindent régulièrement en hydrogène et aldéhyde : ce dernier

corps se trouve ainsi produit sans aucune formation accessoire autre que des traces d'acétal. Le rendement est excellent et atteint du premier coup 75% , le reste étant de l'alcool non transformé, facile à séparer par rectification, et pouvant de nouveau rentrer dans la préparation. La méthode est extrêmement avantageuse pour obtenir les aldéhydes propylique, isobutyrique, isoamylique.

La même action du cuivre, appliquée vers 300° aux vapeurs d'un alcool secondaire, donne un dédoublement non moins net en acétone et hydrogène ; le cyclohexanol, les méthylcyclohexanols sont ainsi changés très facilement en cyclohexanone, méthylcyclohexanones, matières désormais faciles à atteindre, et qui peuvent être le point de départ d'une multitude de travaux.

Dans les mêmes conditions, le cuivre agit sur les alcools tertiaires, pour les scinder en eau et carbure éthylénique, et nous avons pu baser sur cette action comparée du cuivre à 300° un mode simple de diagnose des alcools primaires, secondaires et tertiaires.

L'enlèvement d'hydrogène aux molécules sous l'influence des métaux coïncide fréquemment avec un émiettement plus ou moins avancé de ces molécules. Ainsi l'acétylène C^2H^2 , agissant à chaud sur le nickel, se scinde en H , C et $CH\equiv$, et, si cette scission est effectuée en présence d'hydrogène abondant, les groupes CH donneront lieu à des groupes CH^2 , CH^3 et même à du méthane CH^4 , et les résidus ainsi engendrés C , CH , CH^2 , CH^3 , pourront s'unir entre eux pour donner des carbures plus ou moins complexes, forméniques, cycloforméniques. Nous avons pu de la sorte obtenir, à partir de l'acétylène et de l'hydrogène, des carbures liquides qui, par leur aspect fluorescent, par leur odeur, par leur densité, par leur composition chimique, sont tout à fait semblables, selon les conditions de la réaction, soit aux pétroles de Pensylvanie, soit aux pétroles du Caucase, soit aux pétroles de Galicie ou de Roumanie, et ce résultat nous a permis d'édifier une théorie générale de la formation des pétroles naturels, qui présente, sur les théories antérieures, l'avantage de rendre compte des différences capitales qu'on y rencontre : aucune d'elles ne pouvait expliquer les pétroles russes ou cycloforméniques, puisque, avant nos expériences, la synthèse directe des carbures qui les constituent n'avait jamais été réalisée dans sa généralité. Le cobalt, le fer donnent lieu à des formations du même genre, mais le phénomène est différent dans le cas du cuivre. Quand ce métal divisé est chauffé dans un courant d'acétylène, on voit celui-ci s'arrêter à peu près complètement : le métal gonfle de plus en plus et finit par donner un hydrocarbure très léger, d'aspect analogue à l'amadou, dans lequel le métal se trouve dif-

fusé : nous l'avons nommé le *euprène*, et nous pensons que sa constitution est analogue à celle du carbure de même formule que produit la condensation du chlorure de benzyle, et dont la formule serait $(C^6H^5CH)^n$.

Ces exemples suffisent pour montrer l'activité extraordinaire et si variée de ces agents nouveaux, si faciles à produire et si peu coûteux. On peut leur demander tour à tour de faire et de défaire une même substance, leur fonction se modifiant en apparence selon les conditions de température et de milieu. Le nickel et le cuivre se complètent heureusement : le nickel, incomparablement plus actif, seul capable d'effectuer certains travaux, tels que l'hydrogénation du noyau aromatique, compense cette ardeur par une vulnérabilité excessive. Le cuivre, plus lent, plus paresseux, se fait pardonner sa

paresse par une résistance très grande aux influences nocives.

Grâce aux méthodes nouvelles basées sur l'emploi combiné de ces deux métaux, la préparation d'une multitude de substances est rendue facile : tout un chapitre important de la Chimie organique, celui des composés hydroaromatiques, dont l'abord était jusqu'à présent hérissé de difficultés, devient désormais aussi accessible que ceux des composés forméniques ou aromatiques. Le nickel et le cuivre catalyseurs ont pénétré dans plusieurs laboratoires français : ils y ont déjà fait œuvre utile. J'ai l'espoir que l'exposé qui précède pourra contribuer, dans une certaine mesure, à en généraliser l'emploi¹.

Paul Sabatier,

Correspondant de l'Institut,
Professeur à l'Université de Toulouse.

LES APPLICATIONS MILITAIRES DE LA PHOTOGRAPHIE EN BALLON

I. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Il n'est guère d'aéronaute, aujourd'hui, qui n'ait rapporté de ses voyages aériens quelques clichés photographiques. Il existe, dans le commerce, une infinie variété d'appareils portatifs susceptibles d'être utilisés dans une nacelle, et la photographie en ballon libre ne présente pas de grandes difficultés. Le temps de pose est réduit le plus possible, en raison du mouvement de translation de l'aérostat. Il convient aussi de se prémunir contre les effets de la rotation du ballon autour de son axe vertical ; cette rotation n'étant pas continue, l'opérateur choisit le moment où elle cesse ou change de sens. Somme toute, avec un peu d'habileté, on obtient des clichés très nets, et différentes publications ont déjà reproduit de fort belles photographies prises dans ces conditions¹.

Mais, au point de vue militaire, la photographie en ballon libre ne présente qu'un intérêt secondaire. Sans doute, il arrivera que, dans une armée assiégeante par exemple, un aéronaute, profitant d'un vent favorable, tentera une ascension au-dessus de la place investie et rapportera des vues intéressantes des travaux et des armements de l'ennemi. Inversement, un ballon partant d'une ville assiégée pourra prendre au passage des photographies des lignes d'investissement et en réex-

pédier les épreuves aux défenseurs par pigeons-voyageurs. Mais ce seront là des cas relativement rares, et, comme la photographie en ballon libre n'exige ni appareils ni procédés spéciaux, nous ne nous étendrons pas sur ce sujet.

Dans les opérations militaires, le ballon est employé normalement à l'état *captif*, comme un observatoire élevé permettant de découvrir ce qu'on ne saurait voir au niveau du sol, de photographier les troupes ou les ouvrages que l'adversaire dissimule soigneusement derrière les bois ou les plis de terrain : c'est de cet emploi que nous nous occuperons spécialement.

Dans la guerre de campagne, les reconnaissances en ballon captif ont pour but de renseigner le commandement sur les positions de l'ennemi, sur ses mouvements, et plus particulièrement, une fois l'action engagée, sur les points de rassemblement et l'importance des réserves. Dans la guerre de siège, on demandera au ballon de déterminer aussi exactement que possible l'emplacement des ouvrages adverses, l'état d'avancement des travaux, l'armement des batteries. Dans les deux cas, si l'on fait usage de la photographie, on devra donc chercher à obtenir non pas seulement des vues d'ensemble, mais des images détaillées. Or, le ballon, sous peine de courir des dangers immédiats, ne peut s'avancer trop près de l'ennemi ; il doit s'en

¹ De remarquables spécimens, dus à M. Boulade, de Lyon, ont été, en particulier, exposés en 1900 et ont valu à l'auteur une médaille d'or.

¹ Conférence faite au Laboratoire de Chimie organique de M. Haller, à la Sorbonne, le 15 juin 1905.

tenir d'autant plus éloigné que l'artillerie adverse est plus puissante : en général, on aura à photographier des objets situés à 6, 7 et 8 kilomètres du ballon. Si l'on réfléchit aux dimensions des détails que doit enregistrer la plaque sensible à de pareilles distances¹, on conclut à la nécessité d'employer de puissants appareils téléphotographiques.

D'autre part, le ballon captif remue constamment sous l'action du vent, et la nacelle est soumise à des mouvements complexes. D'abord, elle participe aux rabattements ou relèvements subis par l'aérostat ; ensuite, elle peut prendre des mouvements pendulaires, soit autour de la barre du trapèze, soit même autour d'un axe perpendiculaire à cette barre. Elle décrit donc dans l'espace une trajectoire fort compliquée à des vitesses très variables. Pour que la netteté du cliché ne soit pas altérée par le déplacement relatif de l'image, il faut choisir l'instant où le mouvement de la nacelle est aussi faible que possible, ce qui nécessite une habitude très grande de l'observation en ballon, et, en outre, opérer pendant un temps excessivement court.

En résumé, le problème qu'on est appelé à résoudre en ballon captif, pour les applications militaires, est celui de la *téléphotographie instantanée*.

II. — MÉTHODES ET INSTRUMENTS.

Pour obtenir l'image détaillée d'objets lointains, on peut songer à trois procédés :

1^o Agrandissement d'un cliché pris au moyen d'un appareil photographique ordinaire de 0^m,20 à 0^m,30 de foyer ;

2^o Emploi d'un télé-objectif ;

3^o Emploi d'un appareil à long foyer.

La première de ces méthodes ne saurait, en général, conduire au but cherché. En effet, l'agrandissement d'une photographie peut bien révéler à l'œil des détails qui lui échappaient sur le cliché primitif ; mais ce n'en est pas moins celui-ci qui a dû les enregistrer, et un examen attentif au microscope les eût fait découvrir aussi bien que l'épreuve agrandie. Or, les détails fournis par un appareil ordinaire seront généralement insuffisants.

Un objectif déterminé ne peut donner l'image distincte d'un objet qu'autant que cette image a

des dimensions supérieures à une quantité donnée.

On dit que l'objectif a une netteté de $\frac{1}{50}$ de millimètre, par exemple, lorsque deux images ayant cette dimension sur le cliché, et distantes de la même quantité ($\frac{1}{50}$ de millim.), peuvent être perçues distinctement et séparées l'une de l'autre (à la loupe ou au moyen d'un agrandissement).

Or, cette netteté de $\frac{1}{50}$ de millimètre est à peu près celle qu'on obtient d'un bon appareil, et elle reste sensiblement constante pour des objectifs dont la distance focale est comprise entre 0^m,20 et 1 mètre¹. Donc un objectif de 1 mètre de foyer, qui donne une image cinq fois plus grande qu'un objectif de 0^m,20, enregistrera sur le cliché des détails cinq fois plus petits.

Considérons, par exemple, une ligne d'hommes occupant chacun une largeur de 0^m,60 environ et séparés par des intervalles de 0^m,60. Si ces hommes sont à une distance de 8 kilomètres de l'appareil, chacun d'eux donnera, avec un objectif de 1 mètre de

foyer, une image d'une largeur de $\frac{1}{13}$ de millimètre ; avec un objectif de 0^m,20 de foyer, une image d'une largeur de $\frac{1}{65}$ de millimètre seulement. Donc, avec le premier objectif, les hommes pourront être distingués les uns des autres sur le cliché ; avec le second, ils ne le pourront pas, et les agrandissements ne donneront jamais qu'une ligne continue indistincte².

Si donc un appareil portatif ordinaire, léger et peu encombrant, peut rendre quelques services lorsqu'il s'agit d'obtenir des vues d'ensemble, il devient absolument insuffisant dès qu'on veut enregistrer des détails à longue distance.

On peut alors songer à employer un *télé-objectif*. Ce genre d'appareil, tout en donnant une image agrandie, sera de dimensions relativement restreintes et d'un maniement commode dans la nacelle.

Malheureusement, le télé-objectif exige, pour produire des images suffisamment intenses, l'admission d'une quantité de lumière beaucoup plus grande qu'un objectif simple et, par conséquent, une pose beaucoup plus longue : ce qui est un

¹ Un terrassement de 0^m,80 de hauteur, à la distance de 8 kilomètres, est vu sous un angle dont la tangente est de $\frac{1}{10.000}$.

Une tache plane formée par les terres remuées pour la construction d'une batterie, sur 20 mètres de profondeur par exemple, qu'on observe d'un ballon situé à 400 mètres de hauteur et à 8 kilomètres de distance, est vue sous un angle dont la tangente est de $\frac{1}{8.000}$, etc.

² Notice sur les résultats du concours d'objectifs à long foyer destinés au Service de l'Aérostation militaire, par le Chef de bataillon du génie Houdaille (*Revue du Génie militaire*, avril 1902).

³ La loi n'est pas aussi simple que nous l'avons supposé pour la facilité du raisonnement. En réalité, lorsqu'on compare des objectifs de distances focales différentes, on trouve que la netteté n'est pas tout à fait constante, mais qu'elle diminue à mesure que la distance focale augmente, et le

défaut capital en ballon. « On sait, en effet ¹, que, dans des instruments de ce genre, la quantité de lumière transmise est inversement proportionnelle au carré du grossissement. Ainsi, un télé-objectif constitué par un objectif de 200 millimètres, accouplé avec un système divergent grossissant cinq fois, donnera bien, avec un tirage de chambre très réduit, la même image qu'un objectif de 1 mètre de foyer; mais cette image sera vingt-cinq fois moins éclairée. Si nous l'obtenons en $\frac{1}{1.000}$ de seconde, elle correspondra comme intensité à la même image obtenue en $\frac{1}{25.000}$ de seconde avec un objectif ordinaire. Ce simple chiffre montre que, si l'emploi du télé-objectif est séduisant par la diminution des dimensions du bagage photographique, il ne permet pas d'obtenir des images suffisamment intenses pour être perceptibles ».

D'ailleurs, au point de vue même de l'enregistrement des détails, le télé-objectif ne donnerait pas un résultat sensiblement meilleur que l'agrandissement du cliché d'un appareil ordinaire. En effet, c'est bien là encore l'image fournie par l'objectif qui se forme agrandie sur la plaque sensible; le système divergent n'y ajoute rien: or, cet objectif est à court foyer, si, comme on le suppose, l'appareil est de dimensions restreintes.

Ainsi, rejetant les télé-objectifs ², on a été conduit

Commandant Houdaille représente la loi par la courbe ci-dessous fig. 1). L'avantage des gros objectifs est donc

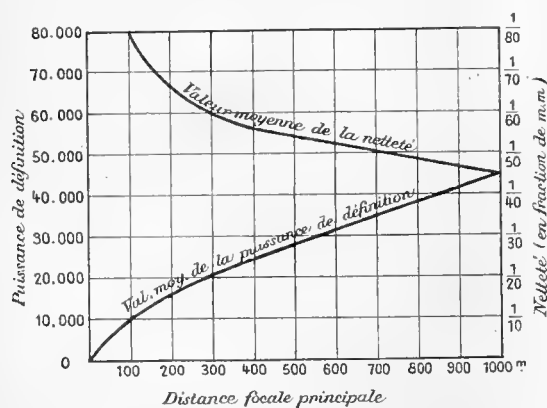


Fig. 1. — Représentation de la netteté d'un objectif en fonction de la distance focale.

diminué de ce fait, mais subsiste quand même, ainsi que le montre la courbe donnant la « puissance de définition », c'est-à-dire le quotient de la distance focale par la netteté, quotient qui représente la cotangente de l'angle sous-tendu par le plus petit objet perceptible.

¹ Notice déjà citée du Commandant Houdaille (*Revue du Génie*, avril 1902).

² Nous ne parlons pas de la longue-vue photographique (objectif associé à un système convergent), qui présenterait tous les inconvénients du télé-objectif, sans en avoir les avantages.

à adopter les appareils à long foyer, malgré leur encombrement et leur défaut de commodité dans la nacelle du ballon.

Les premiers essais qui, à notre connaissance, aient été tentés dans cette voie remontent à l'année 1887 et ont été exécutés à Grenoble par le Colonel du génie Allotte de la Fûye. Cet officier a expérimenté un appareil de 1 mètre de foyer, non seulement en ballon, mais aussi à terre, la région des Alpes se prêtant admirablement aux expériences de téléphotographie. C'est ainsi qu'il a obtenu, du sommet du Moucherotte, plusieurs vues de la ville de Grenoble remarquables par leur netteté et par la finesse des détails: la distance horizontale moyenne de l'appareil aux points visés était de 8 kilom. 500, et la différence de niveau de 1.700 mètres. Il a, de même, exécuté avec succès une reconnaissance de la frontière en avant de Briançon, en se plaçant sur des positions dominantes capables de donner des vues plongeantes sur les ouvrages italiens ⁴.

En 1895, le Capitaine Bouttieaux (aujourd'hui commandant) reprit ces expériences en ballon et fit des essais comparatifs des télé-objectifs et des appareils à long foyer: il conclut à la supériorité de ces derniers et construisit le premier matériel téléphotographique qui ait été employé d'une façon suivie dans le Service de l'Aérostation militaire. En 1899 et 1900, le Commandant Hirschauer et le Capitaine Pezet obtenaient avec ce matériel des résultats déjà très satisfaisants.

Cependant, les objectifs employés ne répondaient pas encore parfaitement à toutes les conditions de la téléphotographie en ballon, et, suivant la conclusion du Capitaine Bouttieaux, « il n'existait pas d'appareil pouvant donner à la fois le grossissement convenable, le champ et l'instantanéité ». Aussi, en 1900, sur la proposition du Commandant Hirschauer, un concours d'objectifs à long foyer fut-il institué par le Ministère de la Guerre entre les constructeurs français et étrangers.

Au point de vue militaire, le problème était ainsi posé: Enregistrer à la distance de 8 kilomètres un terrassement de 0^m,80 de hauteur; ce qui revenait à distinguer l'image d'un voyant de 0^{mm},5 placé à 5 mètres.

Partant de cet énoncé, la Commission spéciale chargée de l'étude de la question ² précisa les conditions du concours. Les objectifs devaient avoir une distance focale comprise entre 0^m,60 et 1 mètre, être capables de séparer des détails d'une dimension inférieure à $\frac{1}{15.000}$ de la distance focale.

⁴ La téléphotographie en ballon, par M. V. BOUTTIEUX, capitaine du génie (*Revue de l'Aéronautique*, 1894).

² Cette Commission, présidée par le Chef de bataillon du

L'image obtenue sur le cliché, même par la lumière diffuse en hiver, devait être assez vigoureuse pour que les détails dont la dimension atteignait $\frac{1}{10.000}$ de la distance focale fussent encore visibles à l'œil nu : cette condition imposait, en fait, aux objectifs d'avoir une ouverture supérieure à F/10 et d'être très bien corrigés au point de vue de l'aplanétisme. Enfin, les objectifs devaient couvrir nettement le format 18×24 .

Seize objectifs furent présentés au concours; huit répondirent aux conditions générales imposées aux concurrents, et un classement définitif donna les résultats suivants :

« Médaille d'or : M. Fleury-Hermagis, pour un objectif aplanétique de 1 mètre de foyer ouvert à F/9;

« Médaille de vermeil : M. Voigtländer (M. Gaumont, dépositaire), pour un objectif Cooktaylor de 0^m,60 de foyer ouvert à F/9;

« Médaille d'argent : M. Krauss, pour un objectif Zeiss-planar de 0^m,60 de foyer ouvert à F/8.

« Les deux premiers objectifs furent achetés par l'Établissement de Chalais et mis en service pendant les manœuvres d'aérostation du camp de Châlons en octobre 1901. Malgré le mauvais temps, ils ont fourni des résultats absolument remarquables et ont démontré que le problème posé de relever les détails d'une batterie située à 8 kilomètres était pratiquement résolu¹ ».

Ainsi les appareils à long foyer sont ceux auxquels on donne aujourd'hui la préférence pour la téléphotographie en ballon. Leur seul inconvénient réside dans leur grande longueur : on l'éviterait peut-être en adoptant le système imaginé récemment par MM. Vautier-Dufour et Schaer². Ce système consiste à réfléchir au moyen de deux miroirs le faisceau lumineux venant de l'objectif et à le briser ainsi en trois tronçons : la longueur de la chambre se trouve réduite au tiers de la distance focale. L'instrument construit par MM. Vautier-Dufour et Schaer a donné de bons résultats dans les Alpes; mais il n'a pas encore été expérimenté en ballon.

Dans les appareils actuellement en service, l'objectif est fixé à une chambre noire d'une construction à la fois légère et solide. Cette chambre n'a pas de tirage : la mise au point serait, en effet, difficile à exécuter dans la nacelle, et, comme on

n'a jamais à photographier que des objets très éloignés, elle peut sans inconvénient être faite une fois pour toutes et de façon que la plaque sensible soit située dans le plan focal principal de l'objectif. Cette opération a donc été effectuée au préalable, à terre, avec toute la précision possible, au moyen d'essais photographiques répétés jusqu'à ce qu'on ait obtenu le maximum de netteté¹. La chambre est pourvue d'un viseur.

Pour les plaques, on a choisi le format 18×24 . On se sert, suivant l'éclaircissement et la nature du sol, soit de plaques ordinaires, soit de plaques orthochromatiques, avec ou sans écran jaune.

Enfin, l'obturateur est un obturateur de plaque, c'est-à-dire un rideau à fente très étroite qui se déplace devant la plaque sensible : c'est le système qui a paru le plus commode pour obtenir les temps de pose excessivement réduits auxquels on est conduit en ballon.

Une fois la photographie prise, il faut pouvoir la développer sur place et en tirer immédiatement une ou plusieurs épreuves : or, on n'aura pas toujours à sa portée un atelier de photographe. Une *voiture-laboratoire* est donc le complément indispensable d'une installation téléphotographique en campagne. Cette voiture renfermera tous les ingrédients nécessaires au développement, au fixage, au lavage des clichés, ainsi qu'au tirage des épreuves; elle servira en même temps au transport des appareils.

III. — UTILISATION DES PHOTOGRAPHIES.

Le mode d'utilisation des photographies prises en ballon captif diffère suivant le genre d'opérations militaires auquel elles se rapportent.

Dans la *guerre de campagne*, où il s'agit de dévoiler les positions momentanées de troupes en mouvement, les renseignements fournis par la photographie n'auront de valeur que s'ils sont transmis presque immédiatement au général en chef : il faut donc pouvoir livrer une épreuve dans un temps très court.

Or, les manipulations sont multiples et généralement longues : développement, lavage et séchage du cliché; tirage, virage, lavage et séchage de l'épreuve. Cependant, à la suite d'essais méthodiques effectués à l'Établissement de Chalais, on est arrivé à livrer une épreuve positive sèche vingt minutes après que le ballon a été amené à terre. L'opération la plus longue, le séchage, a été rendue très rapide, grâce à l'emploi successif de l'alcool et de l'éther.

géné Hirschauer, comprenait les Capitaines du génie Jardinet, Houdaille, Bouttiaux et Pezet.

¹ Notice déjà citée du Commandant Houdaille (*Revue du Génie*, avril 1902). Cette intéressante notice contient, en outre, les détails des essais effectués, l'exposé des méthodes de mesure employées et les résultats obtenus avec les différents objectifs.

² *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles*, n° 143, mars 1902, et *Rev. gén. des Sc.* du 15 mai 1903, p. 476.

¹ On arrive ainsi à mettre la plaque sensible, non pas au foyer lumineux, mais au foyer *chimique* de l'objectif : cette méthode est donc préférable à celle de la glace dépolie.

Il s'écoulera donc environ une demi-heure entre le moment où la photographie aura été prise dans la nacelle et celui où le général en chef pourra consulter l'épreuve. Dans ces conditions, les renseignements qu'elle lui apportera n'auront rien perdu de leur actualité.

Dans la *guerre de siège*, la rapidité des manipulations photographiques a moins d'importance : les détails fournis par les épreuves n'ont plus un caractère momentané. Ce qu'elles montrent le plus souvent, ce ne sont plus des mouvements de troupes importants, qui sont rares dans ce genre d'opérations ; ce sont les batteries et les ouvrages construits par l'adversaire, ce sont les buts sur lesquels l'artillerie devra diriger son feu. Mais on a le plus grand intérêt à repérer ces buts aussi exactement que possible, et ce n'est plus seulement à un examen attentif des épreuves qu'il faut se livrer : c'est à un véritable lever topographique. La photographie donne une *perspective* du terrain et de ce qui s'y trouve : il s'agit donc de restituer cette perspective de façon à reporter et à mettre en place sur le plan directeur tous les détails intéressants.

Depuis les remarquables travaux du Colonel du génie Laussedat, c'est un problème bien connu que celui de la restitution des perspectives. Nous n'avons pas l'intention de traiter ici ce problème d'une façon complète : nous nous bornerons à indiquer la méthode qui est actuellement usitée dans le Service de l'Aérostation militaire.

Tout d'abord, la position du ballon en plan doit être déterminée avec précision. Cette opération se fait très simplement au moyen de recoupements effectués par des observateurs placés à terre, et elle se fait au moment même où la photographie est prise, grâce à un signal convenu parti de la nacelle.

C'est encore par des recoupements qu'on détermine la position des buts, et pour cela on se sert de deux photographies au moins, prises de deux stations différentes et suffisamment éloignées. Le problème se réduit dès lors à ceci : Au moyen de chacune des deux épreuves, tracer sur le plan directeur les azimuts des points intéressants qui y sont contenus. Tous les points qui se retrouveront sur les deux épreuves seront ainsi déterminés par l'intersection de deux droites issues des deux points de stationnement du ballon.

La méthode, exposée dès 1864 par le Colonel Laussedat¹, exige que chaque épreuve contienne au moins un point de repère connu.

De plus, elle suppose qu'au moment où l'appareil photographique fonctionne, son axe optique *Oc*

est horizontal (fig. 2) et qu'un des côtés *AB* du châssis sur lequel est fixée la plaque sensible est vertical.

Dans ce cas, si l'on mène par le centre *c* de

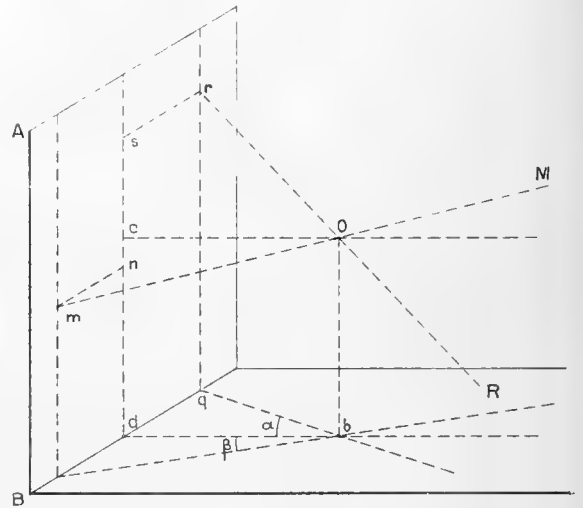


Fig. 2.

l'épreuve une parallèle à *AB*, on obtient la trace du plan vertical *Obde* qui passe par l'axe de l'objectif et auquel on pourra rapporter les azimuts des différents points *R, M, ...* dont l'image se fait en *r, m, ...*

En effet, le plan vertical qui passe par le centre *O* de l'objectif et par le point *R*, coupe la plaque suivant une verticale *rq* et fait avec le plan *Obde* un angle α qu'on peut évaluer. Cet angle dièdre est donné par la relation :

$$\lg \alpha = \frac{df}{bd} = \frac{rs}{cO} .$$

Or, on peut mesurer *rs* sur l'épreuve, et d'autre part on connaît *Oc*, qui est la distance focale *F* de l'appareil.

Reportons maintenant en *b'* sur la carte (fig. 3) la projection du centre de l'objectif (c'est-à-dire pratiquement la position de la nacelle du ballon). Il suffira que l'un des points *R*, dont l'image est retrouvée sur l'épreuve, ait été relevé en *r'* par des opérations topographiques, pour qu'on puisse immédiatement tracer la direction *b'X* qui représente sur le plan horizontal la trace du plan vertical passant par l'axe de l'objectif. Cela fait, on pourra tracer l'azimut *b'm'* d'un point quelconque dont l'image est en *m*.

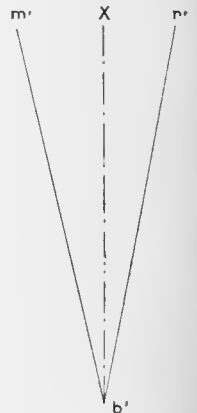


Fig. 3.

En réalité, l'axe optique n'est jamais horizontal,

¹ Mémoire sur l'application de la photographie au lever des plans, par M. Laussedat, chef de bataillon du génie (*Mémorial de l'Officier du Génie*, n° 17, année 1864).

puisque l'appareil, placé dans la nacelle du ballon, est dirigé vers un point du sol. On peut, d'ailleurs, au prix d'une légère complication dans les opérations géométriques, tenir compte de l'inclinaison de l'appareil⁴. Mais la construction très simple que nous venons d'exposer sera suffisante dans la plupart des cas. Comme l'a fait remarquer le Commandant Hirschauer, « avec une altitude moyenne de

400 mètres, une distance de 6.000 mètres, la ligne de visée fait avec l'horizontale un angle dont la tangente est à peine $\frac{1}{15}$; tous les points considérés, repères et objectifs, sont forcément dans le voisinage l'un de l'autre et n'occupent sur la photographie qu'une bande horizontale extrêmement étroite; l'erreur commise en supposant, pour la restitution,

⁴ Soient (fig. 4) :

h l'altitude de la nacelle rapportée au plan horizontal passant par le point P sur lequel l'appareil est pointé;

D la distance de ce point à la verticale menée par le centre *O* de l'objectif;

A'B' la nouvelle position que prend la plaque photographique *AB* lorsque l'axe optique quitte la position horizontale *OC* et prend la position *OC'* qui fait un angle *I* avec l'horizontale.

On vient de voir que les plans azimutaux, pivotant autour de la verticale *Ob*, coupent tous le plan *AB* suivant des

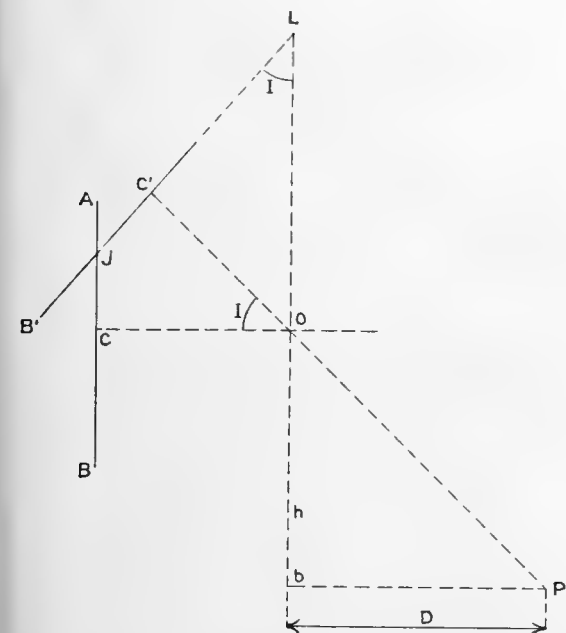


Fig. 4.

lignes parallèles entre elles (verticales); ces mêmes plans verticaux coupent le plan *A'B'* suivant des lignes qui convergent au point *L* où la verticale *Ob* rencontre le plan *A'B'*. La distance de ce point *L* au centre *C'* de l'épreuve est donnée par la relation :

$$\frac{OC'}{C'L} = \text{tg } I \quad \text{ou} \quad C'L = F \times \frac{D}{h}.$$

D'autre part, sur l'épreuve, la trace du plan vertical qui contient l'axe optique *OC'* passera toujours par le centre *C'* de cette épreuve et restera en même temps parallèle au côté *A'B'* du châssis, à la seule condition que ce côté reste lui-même parallèle au plan vertical passant par l'axe optique, c'est-à-dire que l'appareil ne soit pas *déversé*.

On a donc tous les éléments nécessaires pour construire sur l'épreuve *A'B'* la trace *Lm'* d'un plan azimutal passant par un point quelconque dont l'image est reproduite en *m'* (fig. 5).

Reste à savoir comment on pourra mesurer, sur cette

même épreuve, l'angle α que fait le plan azimutal *bLm'* avec le plan *bLC'*.

D'après ce qui a été dit plus haut, la tangente de cet angle α a pour valeur $\frac{pq}{OC}$ ou $\frac{pq}{F}$; nous pouvons donc mesurer *pq* et, par suite, déterminer α , si nous avons le moyen de tracer, sur l'épreuve *A'B'*, l'horizontale *JK* suivant laquelle se coupent les deux plans *AB*, *A'B'*. Or, la distance

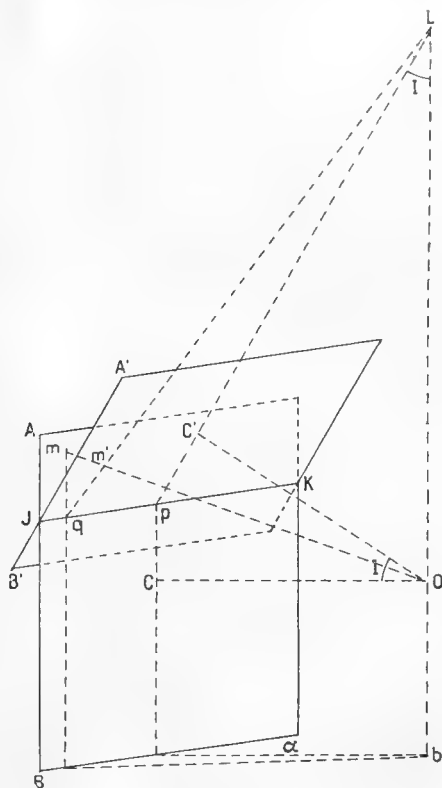


Fig. 5.

de cette horizontale au centre de l'épreuve est donnée par la relation :

$$C'p = Cp = F \text{tg} \frac{1}{2}.$$

L'angle *I* étant toujours assez petit, on pourra admettre que :

$$Cp = \frac{1}{2} F \text{tg } I = \frac{1}{2} F \frac{h}{D}.$$

La hauteur *h* n'a pas besoin d'être connue avec une grande précision : elle peut être déterminée, soit au moyen du baromètre, soit par des mesures d'angles effectuées par les observateurs terrestres qui recourent le ballon. Il y a lieu d'observer que *h* n'est pas la hauteur de la nacelle au-dessus du point de stationnement, mais la différence de niveau entre la nacelle et le point du terrain *P* qui forme son image au centre de la plaque.

la photographie prise horizontalement, est insignifiante et d'un ordre moindre que celui des autres erreurs inhérentes au procédé ».

On a supposé aussi qu'au moment où la photographie était prise, deux des côtés de la plaque étaient horizontaux. Or, cette condition est souvent difficile à réaliser en ballon, en raison des mouvements de la nacelle, et le plus souvent l'appareil est plus ou moins déversé. On remédie à ce déversement et l'on élimine la cause d'erreur qui en serait la conséquence, grâce à un niveau à mercure placé à l'intérieur de la chambre noire devant la plaque. Ce niveau, dû au Commandant Jardinet¹, est une sorte de cadre rectangulaire en tubes de verre à moitié rempli de mercure. Lorsque l'appareil n'est pas déversé, le niveau du mercure est à mi-hauteur des deux côtés de la plaque; si l'on fait tourner l'appareil autour de son axe optique, le mercure monte d'un côté, descend de l'autre, et la ligne qui joint les deux ménisques marque toujours l'horizontale. Or, le mercure forme son image sur la plaque sensible en même temps que les objets extérieurs; on retrouve donc après coup cette image sur les épreuves, et l'on peut ainsi tracer la direction des lignes de la plaque qui se trouvaient horizontales au moment où la photographie a été prise. C'est cette direction qu'on substitue à celle des côtés de l'épreuve dans les constructions géométriques.

Enfin, il est facile de concevoir qu'un pareil travail de topographie manquerait de précision, s'il était exécuté sur des épreuves ordinaires en papier; on sait, en effet, que les dimensions d'un papier varient de quantités notables suivant son état hygrométrique. D'autre part, se servir du cliché lui-même serait imprudent, car l'épreuve négative est précieuse: elle n'existe qu'à un seul exemplaire, elle est fragile et ne peut être remplacée; d'ailleurs, des traits, si fins qu'ils soient, tracés sur le cliché, pourraient masquer des détails intéressants.

Aussi le Commandant Hirschauer préconise-t-il l'emploi de *positifs sur verre*, qui supprime tous ces inconvénients et qui possède, en outre, plusieurs avantages: d'abord, le grain de la gélatine des plaques sensibles est beaucoup plus fin que celui du papier; ensuite, on distingue mieux les détails par transparence que sur une image opaque.

Grâce à tous ces perfectionnements, la téléphotographie en ballon, appliquée au repérage des

buts, donne aujourd'hui d'excellents résultats, et l'on arrive à déterminer les positions des batteries adverses dans des limites d'erreur notablement inférieures aux écarts probables des pièces d'artillerie; une plus grande précision serait donc superflue.

IV. — CONCLUSION.

En résumé, c'est surtout en ballon captif que les aérostiers militaires seront appelés à utiliser la photographie.

Or, si l'on considère que la nacelle est soumise à des mouvements continuels et que, d'ailleurs, le ballon ne doit pas s'approcher à moins de plusieurs kilomètres de l'ennemi, on en conclut que les temps de pose devront être très réduits et que, pourtant, les clichés devront fournir des images nettes et détaillées d'objets lointains.

Pour atteindre ce but, les appareils ordinaires de 0^m,20 à 0^m,30 de foyer seraient insuffisants; les images qu'ils fourniraient, même agrandies après coup, pécheraient par le manque de détails. D'autre part, les télé-objectifs exigeraient des temps de pose trop longs et ne donneraient pas, eux non plus, des images suffisamment détaillées. Seuls des appareils pourvus d'objectifs dont la distance focale est comprise entre 0^m,60 et 1 mètre permettent d'obtenir le résultat cherché (au delà de 1 mètre, ils seraient trop lourds et trop difficiles à manier dans une nacelle).

Ces appareils peuvent être utilisés dans la guerre de campagne, à la condition que les renseignements fournis par la photographie soient livrés au commandement dans un temps très court; on a dû imaginer, à cet effet, des procédés extra-rapides pour l'obtention des épreuves.

Mais c'est surtout dans la guerre de siège que les appareils à long foyer trouveront des applications fécondes; là, les perspectives obtenues par la photographie serviront de base à un véritable lever topographique des ouvrages de l'adversaire, et permettront à l'artillerie d'ouvrir son feu sur des buts qui, le plus souvent invisibles de terre, n'en auront pas moins été repérés à l'avance avec sûreté et exactitude.

En somme, le problème de la *téléphotographie instantanée*, qui s'imposait en aérostation militaire, a été complètement résolu grâce aux efforts éclairés des officiers du génie qui se sont successivement occupés de la question, et aux perfectionnements méthodiques qu'ils ont introduits dans le matériel et dans son mode d'emploi.

J. Voyer,
Capitaine du génie.

¹ Le Commandant Jardinet a imaginé ce niveau à l'occasion d'opérations topographiques effectuées au moyen de la photographie à Madagascar.

LA FONDATION OPHTALMOLOGIQUE ADOLPHE DE ROTHSCHILD

Le 7 février 1900, le baron Adolphe de Rothschild succombait, laissant un testament aux termes duquel serait construit à Paris un édifice destiné au traitement des maladies des yeux. Cet établissement, largement doté, devait prendre le nom de Fondation Adolphe de Rothschild.

M^{me} la baronne de Rothschild accepta la mission

nous étaient alloués, de remplir largement les intentions du testataire, qui voulait que les dispositions qu'il avait prises ne profitassent qu'aux seuls malades.

La construction de l'hôpital fut donnée à deux architectes dont je ne saurais trop faire l'éloge, puisqu'ils ont admirablement compris le but à



Fig 1. — Entrée principale.

que lui confiait son mari, désireuse avant tout de fonder une œuvre modèle.

Le testament me désignait comme devant prendre la direction de l'établissement; je n'hésitai pas à accepter la tâche que le défunt me faisait l'honneur de me confier, laquelle eût incombé à l'illustre Desmarres si celui-ci avait survécu au donataire.

Selon les idées souvent exprimées par le généreux fondateur, son œuvre devait rester absolument privée, pouvant, par cela même, rendre de plus grands services publics.

De longues formalités retardèrent le commencement des travaux jusqu'en juillet 1902; mais nous étions seul maître d'agir pratiquement et économiquement, de ne pas gaspiller les deniers qui

remplir, qu'ils ont sacrifié toutes tendances académiques, ont su se renfermer dans le programme tracé qui subordonnait les plans aux nécessités hospitalières telles que pouvait les suggérer une longue pratique médicale. Ils ont accepté toutes les indications, toutes les idées du médecin-directeur, qu'ils ont mises au point avec une précision et une netteté remarquables.

J'estime que MM. Chatenay et Rouyre retireront de leur œuvre autant de gloire qu'ils en avaient, par avance, théoriquement abandonné en ne cédant pas aux habituelles tentations.

Est-ce à dire que le monument soit dénué de tout intérêt architectural. On jugera par la photographie ci-annexée (fig. 1) qu'il est loin d'en être ainsi. J'ai entendu qu'on lui reprochait de ne pas

ressembler à un hôpital : mais M. le baron de Rothschild tenait essentiellement à ce qu'il n'eût pas l'aspect rébarbatif, à ce qu'il se rapprochât plus de la maison de campagne anglo-normande que de la prison ou de la gare de chemin de fer. Ses intentions ont donc été exactement remplies. Nous voulions tous de larges pièces, claires et aérées, de vastes dégagements, une utilisation pratique des intérieurs, tous les perfectionnements du confort et de l'hygiène modernes : nous avons été servis à souhait.

Pour ma part, je n'ai jamais compris que des ophtalmiques dussent être maintenus dans l'obscurité; j'ai supprimé des services la classique chambre noire, si effrayante, si déprimante. Si l'œil a besoin d'obscurité, qu'on le protège *seul* contre les rayons lumineux, mais que le patient vive dans l'air, dans la lumière. Le côté lumineux de l'hôpital ne sera pas sans surprendre quelques esprits imbus de classicisme. Les malades, les opérés vivront dans des pièces claires le jour; ils seront le soir éclairés par la lumière électrique et ne s'en porteront que mieux.

I. — SITUATION DE LA FONDATION.

Le fondateur désirait que la maison fût située autant que possible dans un quartier aéré, très campagne; il fallait, d'autre part, qu'elle ne fût pas trop éloignée des centres populeux qu'elle devait assister. Un terrain fut donc acheté dont la façade se déploie sur le parc même des Buttes-Chaumont. Il fait l'angle de la rue Manin et de la rue Priestley; de nombreux tramways, entre autres Saint-Augustin — Cours de Vincennes, Pantin — Opéra, les nombreuses lignes qui passent par la Villette, y accèdent; le Métropolitain, par sa station de la rue d'Allemagne, le met en communication avec le cœur de Paris. Il est à une altitude de 80 mètres au-dessus du niveau de la mer. Sa surface est de 6.640 mètres. La surface de la construction étant de 2.082 mètres, il reste donc, derrière le bâtiment, un jardin de 4.558 mètres, dans lequel les malades auront toute facilité pour se promener, s'abriter, se reposer.

Les bâtiments sont orientés au nord-est sur le parc des Buttes-Chaumont, les parties sur le jardin regardant le sud-ouest. La salle d'opérations est tournée directement au nord.

II. — CONSTRUCTION.

Le terrain sur lequel ont été édifiées les constructions a nécessité de grands déblais; la nature du sol a obligé à la création de cent-quinze puits, reliés les uns aux autres au moyen de rigoles en

béton et de chainages en fer. Au-dessus de ces puits et rigoles, la construction s'élève : pour les caves et le rez-de-chaussée en meulière apparente, pour le 1^{er} et le 2^e étage en pierre, moellon et brique, pour le 3^e étage en pierre et brique; la couverture a été faite en tuiles de Bourgogne; des faïences ont été placées pour égayer l'aspect extérieur du monument.

Tous les *planchers* sont en fer hourdés au moyen du système Mantel.

L'*écoulement des eaux* est assuré par le « tout à l'égout ». Il n'existe pas d'égouts dans le monument; toutes les eaux se déversent par des branchements spéciaux dans une canalisation centrale, qui se déverse elle-même dans les égouts de la ville. Toutes les *canalisations*, tous les appareils sont siphonnés de façon à éviter les émanations.

La *ventilation* est assurée pour chaque pièce au moyen de gaines ménagées dans l'épaisseur des murs entraînant l'air vicié à la partie haute des pièces; dans chaque pièce, l'air est renouvelé deux fois par heure. Toutes les gaines débouchant sous le comble viennent aboutir à des chambres d'appel surmontées d'un lanterneau expulsant à l'extérieur l'air vicié. L'évacuation de l'air usé étant assurée, l'introduction de l'air pur se fait par des grilles de prises d'air placées sur les murs extérieurs. Cet air pénètre dans les pièces par une ouverture, au droit des radiateurs, munie d'un registre permettant le réglage et le débit; l'air pur s'échauffe en hiver au contact des radiateurs et entre, en été, au degré de la température du dehors.

Le système de *chauffage* employé est celui de la vapeur à très basse pression, système Pommier et Delaporte. La vapeur est fournie par deux chaudières placées dans des fosses facilement accessibles. Suivant la température extérieure, le service est assuré par un ou deux chargements journaliers. Toutes les pièces sont chauffées au moyen de radiateurs en fonte lisse permettant un nettoyage facile, munis d'un volant réglant l'admission ou la suppression de la vapeur: l'indépendance de chaque radiateur et de chaque pièce est absolue. Avec -6° , la température des salles de malades doit atteindre $+18^{\circ}$, celle de la salle d'opération $+25^{\circ}$.

L'établissement est entièrement *éclairé* à l'électricité, laquelle est fournie par une usine construite en ciment armé, placée sous le jardin; elle peut alimenter 750 lampes. Une canalisation spéciale a été établie pour donner le courant aux Services d'électrothérapie et de chirurgie électrique.

L'usine génératrice est composée de deux groupes électrogènes, comprenant chacun un moteur à gaz de ville, construction Crossley, de 25 chevaux, et une dynamo Labour, capable de débiter 145 ampères sous 115 volts et de donner une force électro-

motrice de 160 volts pour la charge des accumulateurs.

La batterie d'accumulateurs est de 66 éléments et d'une capacité de 600 ampère-heures, du type de la Société pour le travail électrique des métaux. Elle assure les services spéciaux et de nuit; elle vient en aide aux machines à certains moments plus particulièrement chargés.

Le moteur à gaz de ville a été choisi de préférence, en raison de l'ensemble des qualités qu'il présente actuellement sur les systèmes qui peuvent lui être opposés : la sécurité de fonctionnement, la simplicité de mise en route et d'entretien, l'économie, le peu d'encombrement, la propreté. Les moteurs sont munis d'un appareil de mise en marche automatique; ils sont à 3 paliers et avec fort volant équilibré.

La commande des machines dynamos génératrices se fait directement par courroie. Ces machines sont à excitation dérivée, avec rhéostat de champ, et montées sur rails permettant la tension facile de la courroie.

L'ensemble des manœuvres électriques se fait au moyen d'un tableau général de permutation et de distribution.

Ce tableau, en marbre blanc, comporte trois panneaux :

- 1° Celui des génératrices;
- 2° Celui de la batterie d'accumulateurs;
- 3° Celui des circuits d'utilisation.

Sur ce tableau sont groupés les appareils de manœuvre, de sécurité et de mesure nécessaires.

L'ensemble de ces appareils permet l'usage de l'une ou de l'autre des deux dynamos, soit séparément, soit en quantité, ainsi que la charge ou la décharge de la batterie. Derrière le tableau est réservé un espace libre pour la visite et l'entretien des connexions et permettant facilement d'exécuter des adjonctions d'appareils s'il y a lieu.

De ce tableau partent les circuits principaux : pour l'éclairage et le transport de force, pour les services d'électricité médicale.

Ces circuits pénètrent dans les bâtiments après avoir traversé souterrainement la cour de service; ils se divisent ensuite en plusieurs colonnes montantes, alimentant divers circuits secondaires suivant les besoins.

Les canalisations sont formées de câbles à isolement très forts et munies des appareils de sécurité, fusibles, etc., les plus perfectionnés.

L'éclairage comprend 750 lampes réparties dans les divers locaux; de plus, divers appareils sont actionnés électriquement : ventilateurs, allumeurs de poêle, fourneaux et réchauds spéciaux à gaz, appareils de projection, etc.

Les services médicaux sont alimentés par du cou-

rant continu et par du courant alternatif. Le courant continu à 110 volts est pris sur le réseau général ou sur une canalisation spéciale allant directement du tableau au bâtiment de la salle d'opérations.

Le courant alternatif est produit au moyen d'un alternateur placé dans la salle des machines et actionné par le courant continu pris sur un circuit particulier du tableau.

Dans les salles d'opérations, de visite, de consultations, laboratoires, chambres noires, etc., sont établis divers appareils pour :

Traitement faradique, statique, voltaïque et par les courants de haute fréquence;

Electro-diagnostic, radioscopie, radiographie;

Galvano-cautères, massages vibratoires, excitateurs, photophores, lampes exploratrices;

Tableaux lumineux et échelles de mesure d'acuité visuelle, etc.

Des prises de courant spéciales sont préparées non seulement pour le traitement, mais encore pour les recherches et les laboratoires.

L'ensemble des services électriques, usine génératrice, moteurs, dynamos, accumulateurs, tableau et installation intérieure (sauf les appareils d'électricité médicale fournis par la maison Gaiffe), a été exécuté par la maison Cance et fils et C^{ie}.

Les ascenseurs et monte-charge sont actionnés au moyen de l'eau et de l'air comprimé; l'avantage de ce système consiste dans la régularité de marche et l'économie de consommation d'eau, l'eau étant récupérée dans des cuves placées au sommet des trémies de ces appareils. Les ascenseurs principaux peuvent recevoir un lit et un infirmier. Ces appareils ont été construits par MM. Domain et C^{ie}.

Toutes les pièces de la fondation sont *carrelées* en carreaux de grès cérame de Feignies et le pourtour des pièces est revêtu de gorges de même matière afin d'éviter les angles.

Au-dessus des gorges, les *murs*, sans angles ni saillies, sont revêtus soit en faïence, soit en zinc poli, soit en peinture vernissée; toutes les parties de l'hôpital sont lavables à grande eau.

Le système employé pour le service des *cuisines* est celui du chauffage par le gaz, qui évite les poussières, la manutention du charbon et permet une propreté parfaite des locaux.

Le service du *blanchissage*, entièrement mécanique, comprend une salle dallée en ciment contenant la machine à laver, le cuvier à lessive, l'essoreuse, et, dans une pièce adjacente, le séchoir à air chaud, dans une autre la repasseuse avec une machine à repasser à main et un fourneau à fers.

Ce service est en contact avec celui de la *désinfection*, qui se compose de deux pièces, la première

recevant le linge et les objets contaminés, lesquels, après avoir été désinfectés dans une étuve horizontale chauffée par circulation de vapeur sans pression système Vuillard à 112°, sont recueillis dans la dernière pièce attenante à la buanderie.

Un four à brûler les pansements ayant servi et tous les objets contaminés est situé dans le sous-sol.

III. — DISPOSITION GÉNÉRALE DE L'ÉDIFICE.

L'édifice se compose d'un sous-sol, d'un rez-de-chaussée, d'un 1^{er} étage, d'un 2^e étage et d'un 3^e étage.

Je n'insisterai que peu sur les parties de la fondation qui n'ont pas de rapport direct avec le service médical que je décrirai spécialement.

Le sous-sol contient des caves à vin, à charbon, des réserves de marchandises, la boucherie, la glacière, le garde-manger, la salle d'autopsie, etc.

Le rez-de-chaussée abrite la lingerie, la buanderie, la désinfection, les loges des concierges, les magasins de l'économat, la salle de préparation des pansements, les cuisines, leurs annexes, l'office du personnel, un cabinet pour un opticien avec l'outillage nécessaire pour monter les verres de lunettes, réparer les montures, etc.

Une partie de ce rez-de-chaussée a été réservée pour le Service d'électrothérapie et de radiothé-

rapie, les laboratoires de bactériologie, de micrographie, de photographie et les autopsies; huit pièces sont donc spécialisées pour les recherches scientifiques.

Le *Laboratoire bactériologique*, installé surtout comme laboratoire de diagnostic, peut servir, en cas de besoin, de laboratoire de recherches. Une première pièce sert aux stérilisations et à la préparation des milieux. En dehors des autoclaves et des fours, elle contient la verroterie, les matières premières, une laverie. Des étuves sont disposées dans une pièce à part, donnant sur le passage qui mène de la pièce décrite au laboratoire bactériologique et histologique. Ici, deux tables de travail mobiles sont placées chacune devant une fenêtre double à glace unique. Une table de milieu à gaz et eau sert aux manipulations qui se font debout. Des armoires contiennent les instruments scientifiques. Une troisième

pièce est destinée aux animaux en cours d'expériences. La glacière est placée dans cette pièce. Une chambre noire permet de faire de la microphotographie.

À côté des laboratoires se trouve le Service très complet d'électrothérapie, sur lequel j'insisterai plus tard.

Le 1^{er} étage renferme le Service de la consul-



Fig. 2. — Plan du premier étage (moins le Pavillon septique).

tation externe, le cabinet du médecin en chef, le cabinet des médecins-adjoints, la pharmacie, située exactement au-dessus de la salle de préparation des pansements, avec laquelle elle communique par un monte-charge, le Service d'ophtalmométrie, la bibliothèque.

Le 2^e étage abrite les salles et chambres d'hospitalisés et la salle d'opération.

Le 3^e étage contient le réfectoire des malades du Service aseptique, relié à l'étage inférieur par un ascenseur, les appartements du directeur, du personnel médical résidant, les chambres des surveillantes, des employés, des infirmiers et infirmières : ces chambres, extrêmement confortables, assureront un gîte agréable au personnel, dont le bien-être nous a particulièrement préoccupé.

Chaque étage se trouve ainsi avoir une destination précise et contenir un service spécial et ses annexes : il a sa propre individualité, son autonomie.

IV. — CONCEPTION GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT.

Dans l'esprit du donataire, la fondation doit être consacrée au traitement des maladies des yeux. Ce

traitement ne pouvait être actif et complet qu'à condition d'ouvrir une large consultation externe aux malades dont l'état ne nécessite pas l'hospitalisation, et d'admettre à l'intérieur de l'établissement

les sujets opérables gravement atteints ou assez peu fortunés pour ne pouvoir recevoir chez eux les soins nécessaires.

Deux grandes divisions du bâtiment s'imposaient donc : 1^o le dispensaire ; 2^o l'hôpital.

Si les malades aseptiques ou septiques ne pouvaient être suffisamment triés avant leur venue à la consultation, il fallait se hâter de les séparer et, par suite, créer pour chaque division une subdivision, d'où l'installation de deux pavillons spéciaux : le principal consacré aux malades aseptiques, et l'autre aux malades septiques, ce dernier comprenant, en outre des salles d'hospitalisation, un local spécial destiné aux consultations,

soins et pansements, pour les sujets reconus infectés.

La salle d'opérations aseptiques et ses annexes est séparée des autres services, tout en communiquant de plain-pied avec les salles d'hospitalisés aseptiques.

Si l'on divise l'établissement en trois tranches



Fig. 3. — Plan du deuxième étage (moins le Pavillon septique).

verticales, on remarque que la partie centrale, la plus importante (fig. 4), comprend au 1^{er} étage le dispensaire; au 2^o les salles aseptiques; la partie droite (en regardant la façade), au premier la bibliothèque, au deuxième la salle d'opérations; la partie gauche (fig. 5), le pavillon des septiques, avec, au premier, une salle de pansements et des salles de malades, au deuxième une salle divisée en boxes pour les nouveau-nés et leurs mères.

Chacune de ces tranches jouit d'une autonomie complète; la salle d'opérations communique bien avec le Service aseptique, de plain-pied, par une galerie indispensable pour faciliter le transport des opérés, mais elle en est séparée par cette galerie, qui peut se fermer et empêcher toute allée et venue de ce côté. Le pavillon septique est absolument indépendant du reste de l'hôpital; il a son concierge spécial, sa salle de consultations, son réfectoire; son personnel surveillant et servant y réside sans contact avec le personnel aseptique. Un malade venant de la consultation externe et reconnu infecté devra repasser par le jardin pour se rendre au pavillon septique, auquel il sera lié dorénavant. Les malades septiques ont la jouissance d'une portion de jardin bien enclose.

Certes, le rôle d'opérateur est le plus brillant, le plus agréable pour l'ophtalmologiste, et la tentation était grande de bâtir la fondation dans le seul but de recevoir les malades à opérer. Mais remplissait-on ainsi les intentions du Fondateur, qui voulait un établissement destiné au traitement des maladies des yeux, de toutes les maladies des yeux, et utilisait-on pour le plus grand bien de l'humanité souffrante les belles ressources si généreusement fournies? Je ne l'ai pas pensé; j'ai songé aux malades qui encomrent les cliniques,

courent les hôpitaux sans recevoir asile nulle part, parce qu'ils sont des chroniques encombrants comme les granuleux, ou parce qu'ils sont des infectés dont il y a à tirer peu de résultats flatteurs, ou dont on redoute la présence auprès des opérés, comme les sujets atteints de vieilles affections lacrymales, d'ulcères à hypopion, etc.; j'ai songé à ces nouveau-nés atteints d'ophtalmie purulente que leur jeune mère, à peine relevée de couches et le plus souvent si misérable, ne peut soigner efficacement; je n'ai pas craint de donner

au Pavillon septique un grand développement relatif, plus du tiers de l'hôpital.

Il m'a paru aussi que beaucoup d'enfants, atteints spécialement de kératites, d'affections scrofuleuses, ne pouvaient trouver à la consultation externe de secours efficace, que les enfants à opérer gagnaient à être séparés des adultes; aussi ai-je créé, dans le Service aseptique, un Service réservé aux enfants et adolescents jusqu'à seize ans.

La fondation Rothschild dispose, au total, de 62 lits ainsi répartis :

Service aseptique : 36 lits.

Hommes.	8 lits en dortoir, 4 en chambres.
Femmes.	8 lits — 4 —
Enfants. { Garçons.	6 lits en dortoir.
{ Filles.	6 lits —

Service septique : 26 lits.

Hommes.	8 lits en dortoir, 2 chambres d'isolés.
Femmes.	8 lits — 2 —
Boxes.	10.

Je vais maintenant donner une idée générale des quatre parties principales de l'établissement :

- 1^o Le Dispensaire;
- 2^o Le Service aseptique;
- 3^o La Salle d'opérations;
- 4^o Le Pavillon septique.



Fig. 4. — Tranche centrale des bâtiments, aile droite (Pavillon aseptique). — L'aile gauche comprend un corps de bâtiment identique.

L'hôpital a été conçu de telle manière qu'il garde des pièces en réserve et est prêt à recevoir un plus grand nombre de malades, si besoin est, sans nouvelles constructions.

V. — DISPENSAIRE.

Les malades sont reçus au rez-de-chaussée, à leur entrée à la grande porte, par un concierge qui leur indique les quelques marches à monter pour se rendre au 1^{er} étage; on place les invalides dans un ascenseur. En face de la loge du concierge se trouve une salle d'attente où pourront séjourner, jusqu'au retour du patient, les trop nombreux parents ou amis qui accompagnent parfois le consultant. Celui-ci ne devra avoir de guide que si l'état de sa vue, son invalidité ou son âge le nécessitent.

Arrivé au 1^{er} étage, le malade rencontre immédiatement un bureau d'inscription, d'où il sort muni d'un numéro d'ordre qu'il conservera et d'un carton qui restera la propriété de la

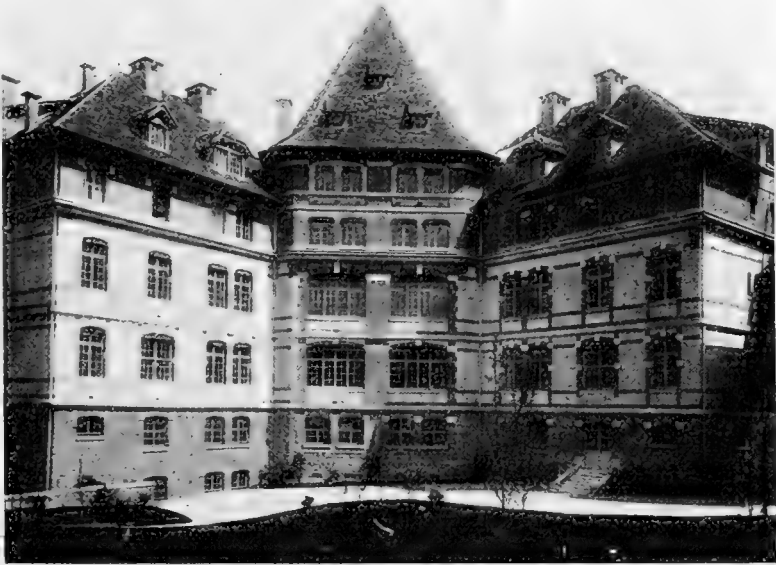


Fig. 5. — Vue des deux tranches centrales, côté cour.

maison, sur lequel on inscrira plus tard le diagnostic et l'observation de la maladie.

Directement devant lui s'ouvre une *salle d'attente* (fig. 6), garnie de bancs, gaie et spacieuse (12 mètres sur 10), ornée de frises de Galland, d'où il sera appelé pour pénétrer dans le cabinet du médecin, où il subira un premier examen; si le malade n'a pas besoin de subir un examen ophtalmoscopique ou ophtalmométrique, ou une petite opération ou un pansement aseptique quelconque, il ressort immédiatement sur le corridor central qui le ramène au vestibule de sortie. S'il doit être examiné à l'ophtalmoscope, il se rend dans la chambre noire à gauche du médecin qui a le dos tourné à la fenêtre, et il ne repassera plus par le cabinet de consultation, la chambre noire se dégageant sur le corridor central; s'il a à subir un pansement, une opération de petite chirurgie, un cathétérisme, il

se rend dans la salle de pansements à droite du médecin, d'où il pourra ressortir directement sur le couloir ou entrer dans une petite salle de repos située à droite de la salle des pansements. Grâce à cette salle de repos, la salle de pansements ne sera jamais encombrée, les malades n'assisteront pas aux manœuvres faites sur les autres, et ces deux conditions seront obtenues sans qu'on soit obligé de rejeter trop vite à la rue un sujet ému ou éprouvé par la douleur.

La *salle de consultation* a 5 mètres sur 6; son mobilier est sommaire, puisqu'on n'y donnera que des conseils. Il se compose d'un lavabo, des sièges d'usage et d'une table en lave, dont une petite

portion forme bureau avec pupitre garni de moleskine; elle est munie d'un distributeur d'ordonnances.

La *chambre noire* a 4 mètres sur 5. Des tablettes supportent des lampes à gaz pour l'examen ophtalmoscopique. Près de l'entrée est une table sur laquelle se trouve la boîte de verres; au fond sont les échelles métriques éclairées par

transparence ou par réflexion, à volonté. Je n'ai cru devoir donner à cette chambre, ni des dimensions plus grandes, ni un outillage plus compliqué, puisque j'ai fait installer, attendant à la consultation externe, un service très complet d'examen fonctionnel et d'ophtalmométrie. La chambre noire d'urgence suffira aux examens simples et faciles; tout malade dont le cas sera compliqué et nécessitera une étude approfondie sera dirigé vers le service spécial.

Dans la *salle* (6 mètres sur 4^m,30) *de pansements et de petite chirurgie*, on ne pratiquera jamais d'opération importante; néanmoins, cette salle est installée pour répondre à tous les besoins. Elle est absolument réservée aux pansements aseptiques. Tous les sujets septiques ne pourront être soignés ou pansés que dans le Pavillon des septiques. Le médecin aura à les diriger immédiatement vers ce Pavillon, et ils ne reparaitront plus jamais au dis-

pensaire; nous les retrouverons tout à l'heure à l'endroit voulu.

Cette salle est utilisée pour permettre au médecin consultant de pratiquer toutes les opérations de petite chirurgie oculaire. Elle est alimentée d'eau stérilisée, de courant électrique pour le galvanocautère, munie d'une vitrine à instruments, de tablettes à bouchons et capsules, d'un bocal à irrigations, de tablettes en verre pour divers usages, de sièges en fer et d'un fauteuil à opération du même modèle que celui qui se trouve dans la grande salle d'opérations.

Comme on le verra sur le plan annexé à cette étude, le service de consultation externe est double, c'est-à-dire qu'il existe, tracé sur le même modèle, de chaque côté de la grande salle d'attente. Cette dualité m'a paru indispensable, le but de la Fondation étant de donner des consultations presque à toute heure, le matin, l'après-midi et le soir. Il n'est possible de nettoyer et de préparer les locaux entre les diverses consultations que si ceux-ci ont quelques heures de vacuité! Cette disposition permet encore de faire fonctionner deux consultations simultanément et d'éviter ainsi aux malades une longue attente.

La charité bien comprise doit considérer que, si le malade est obligé de quitter son travail à des heures incommodes ou de perdre une journée ou une demi-journée de salaire, elle n'a pas rempli son but, qui est de soulager *ceux qui le méritent*, sans que ceux-ci aient à subir le moindre préjudice pécuniaire.

Sur la gauche du vestibule se trouve la *pharmacie*, à portée des consultants, qui pourront, sur avis spécial du médecin, y recevoir des médicaments, pansements ou lunettes.

Sur la droite du vestibule, un couloir mène les patients au *Service spécial d'ophtalmométrie et d'examen fonctionnel*, précédé d'une petite salle d'attente d'où les malades pénètrent directement dans la pièce où se trouve l'ophtalmomètre. Ils sont ensuite dirigés sur une grande pièce destinée

à la mesure subjective de la réfraction. La périmétrie, la détermination du champ visuel selon le procédé de Bjerum et à l'aide de l'orthopérimètre, se fait dans la pièce suivante, qui sert également à l'examen du sens lumineux et du sens coloré, ainsi qu'à la détermination et à la mesure des anomalies musculaires. En outre d'une boîte de verres d'essai, de l'optomètre de Javal, on trouve, dans ce service, divers photomètres (Rumford, Blondel et Broca), un photoptomètre de Foerster, un optomètre de Badal, une lentille de Stokes, un prisme double, un chromatophotomètre de Chibret, les laines colorées de Holmgren, l'appareil de Nagel pour la détermination du sens coloré, un spectroscope double, des stéréoscopes, un ophthalmocinographe, etc.

Les examens ophtalmoscopiques se font dans une salle contiguë.

L'installation d'ophtalmométrie est complétée par les appareils nécessaires à l'électro-diagnostic, disposés dans une pièce séparée, et par un laboratoire photographique.

Le sidéroscope et le sidé-

rophone sont disposés dans la pièce d'électro-diagnostic.

Le *Service d'électricité médico-chirurgicale* est situé au rez-de-chaussée; mais il communique avec le Dispensaire par un escalier qu'on rencontre quelques mètres après le Service d'ophtalmométrie. Il comprend tous les appareils nécessaires à la production des courants et effluves de haute fréquence, tous les appareils de radiographie et de radiothérapie, d'électrolyse, d'électricité statique, etc.

Le courant alternatif servant à la production des courants de haute fréquence et des rayons cathodiques est produit par une transformatrice, disposée dans la salle des machines voisine du Service d'électricité.

Le Service d'ophtalmométrie a été exclusivement organisé par le D^r Sulzer, à la compétence si connue duquel j'avais tout intérêt à me fier. Il a bien voulu également surveiller l'installation du Service électrique et bactériologique. Au 1^{er} étage, communi-



Fig. 6. — Salle d'attente.

quant avec le Dispensaire et terminant le bâtiment sur la droite, se trouve une vaste bibliothèque de 4^m,50 sur 8, précédée d'un vestiaire. Cette bibliothèque reçoit le jour de trois côtés et est garnie au milieu de tables de travail analogues à celles de la Bibliothèque Nationale. Elle contient les principaux ouvrages et journaux d'Ophthalmologie et une collection de pièces en cire, reproduisant d'après nature des affections oculaires graves. Ces pièces sont dues au talent de M. Jumelin.

VI. — SERVICE ASEPTIQUE.

En se plaçant au 2^e étage dans la galerie centrale où aboutit l'ascenseur, le visiteur a en face de lui le Service des enfants, à sa droite le Service des femmes, à sa gauche celui des hommes. Ces deux services sont exactement semblables et ne prêtent qu'à une seule description.

Le Service des enfants est divisé en deux dortoirs de six lits chacun : celui des filles appartenant au Service des fem-

mes, celui des garçons à celui des hommes. Entre les deux dortoirs se trouve une chambre de surveillance, qui a une vue en même temps sur les filles et les garçons.

Aux deux dortoirs sont annexés deux lavabos et bains avec les plus récents perfectionnements.

Si l'on suit la galerie qui mène au Service des hommes en ne regardant qu'à droite, on rencontre d'abord une lingerie, puis l'escalier, une chambre d'infirmier, le dortoir contenant 8 lits. Les fenêtres, larges et hautes, sont garnies en bas de verres cathédrales, qui empêchent la vue du dehors, et n'ont aucun rideau à l'intérieur. Elles sont, à l'extérieur, garnies de stores qui se manœuvrent de l'intérieur. Le mobilier du dortoir se compose, pour chaque malade, d'un lit en fer d'un modèle spécial, que j'ai fait construire (la tête du lit se rabat pour faciliter les pansements), avec sommier métallique, d'une table de nuit en fer système Fauchon et d'une chaise

en fer; dans le bow-window se trouve une table garnie de lave. Il n'y a donc aucun encombrement dans les dortoirs: les malades n'y séjournent qu'alités; ils n'y font pas leur toilette; ils n'y prennent pas leurs repas à moins d'être retenus au lit. Les valides ont à leur disposition, derrière le Service des enfants, de grandes *salles de repos* ou de récréation avec écritaires, jeux, etc., ce qui permet d'éviter aux alités qui ont besoin de calme le bruit des conversations et d'assurer une propreté parfaite des dortoirs. Les soins corporels sont pris dans une *salle de lavage* adjacente aux dortoirs, où chaque malade a un lavabo individuel, suivie elle-même d'une *salle de bains et d'hydrothérapie*, qu'on rencontre à droite en continuant

l'inspection. Si le visiteur revient sur ses pas, il trouve, à sa droite, des water-closets, la pharmacie, puis successivement 3 *chambres particulières*, 2 à un lit, une à 2 lits. Chacune de ces chambres est meublée comme le dortoir; elle a en plus un lavabo. Au moment de terminer la visite, on trouve, à droite, l'entrée



Fig. 7. — Pavillon aseptique et salle d'opérations.

des salles de récréation et des offices.

Le *réfectoire* des malades est à l'étage supérieur; ce petit inconvénient est racheté par la présence d'un ascenseur et par l'immense avantage tiré de l'absence de bruit, d'odeurs, de contamination à proximité des opérés.

La *surveillance* nocturne des services est parfaitement assurée, puisqu'un surveillant couche au centre des services, un infirmier dans le Service des hommes, une infirmière dans le Service des femmes.

Les malades ne sont reçus dans le Service aseptique qu'après avoir déposé leurs vêtements dans un vestiaire spécial, sis au rez-de-chaussée, et les avoir échangés contre des vêtements hospitaliers passés à l'éluve. Ceci seulement après un lavage, une douche ou un bain complet.

Une salle de bains et de douches se trouvant annexée au vestiaire, les mêmes formalités sont exigées pour les septiques, qui trouvent les éléments

nécessaires pour les remplir dans leur pavillon spécial.

Les vêtements de ville sont rendus à la sortie après avoir été désinfectés.

Les vêtements hospitaliers, la literie, le linge, les couvertures sont désinfectés après avoir servi, ne fut-ce qu'une fois.

VII. — SALLE D'OPÉRATIONS.

Celle-ci est de grandes dimensions, 9 mètres sur 8, et parfaitement éclairée par un jour du Nord; un éclairage électrique intense permet d'opérer la nuit avec autant de facilité qu'en plein jour. Très peu encombrée, elle contient deux lavabos à eau stérilisée chaude et froide manœuvrant par les genoux, deux consoles en verre avec boccas et capsules, deux prises de courant pour les galvano-cautères, la lumière et l'électro-aimant à main, un grand électro-aimant, deux fauteuils à opération de mon modèle très simple, sans appareil pour maintenir la tête, sinon par une petite capsule. Ces fauteuils sont nickelés, ainsi qu'un lit à opération, qu'une tablette à instruments, qu'une table en verre avec porte-capsules, qui complète l'outillage de cette salle, dans laquelle est encore placé le grand électro-aimant de Volkmann.

La salle est alimentée d'eau stérilisée, ainsi que toutes les autres salles de pansements et d'opéra-

tions de la Fondation. Le sol de la salle est revêtu de grès cérame, les murs de stuc poli; tout est aisément lavable. Il n'existe pas de jour d'en haut, qui me semble inutile pour les opérations oculaires quand le jour latéral est suffisant et parvient d'une bonne orientation.

Au fond de la salle d'opérations est une *salle annexe de stérilisation*. Cette salle forme un cul-de-sac et ne communique qu'avec la salle d'opérations, ce qui lui assure un parfait iso-

lement : elle ne sera fréquentée que par l'infirmier chargé des opérations. Elle est séparée de la salle d'opérations par une vitrine hermétique en fer nickelé, comprise dans l'épaisseur du mur, garnie de glaces sur toutes ses faces et avec porte du côté de la salle d'opérations et du côté de la salle annexe. Ainsi, la stérilisation des outils ter-

minée dans la salle annexe, ceux-ci seront replacés dans la vitrine et pourront être repris directement dans la salle d'opérations, leur présence dans l'armoire assurant qu'ils ont passé par les épreuves réglementaires. Cette disposition est imitée de celle qui se trouve dans la salle d'opérations si bien installée

par le D^r Picqué à l'Asile Sainte-Anne, dont nous sommes inspiré pour la construction de la nôtre.

La stérilisation des instruments est assurée par



Fig. 8. — Dortoir.



Fig. 9. — Salle d'opérations.

une étuve électrique permettant de les porter pendant vingt minutes à la température de 160°. — Les instruments non tranchants peuvent être stérilisés par l'ébullition ou à l'autoclave à 120°. Un autoclave spécial et un four à flamber servent à la stérilisation des objets de pansement. Un appareil à eau stérilisée chaude et froide complète l'installation de la salle annexe.

En arrivant par la galerie qui fait communiquer la salle d'opérations avec le Service aseptique, on trouve à droite une *salle d'attente* pour les malades à opérer et une petite chambre noire, afin que, s'il reste un doute à l'opérateur sur l'état de l'œil sur lequel il va intervenir, il puisse instantanément éclaircir ce doute par un examen ophtalmoscopique. Les cautérisations et les examens des sinus cranio-faciaux peuvent être faits dans cette chambre noire. La salle d'attente pour les opérés me semble indispensable : il est inhumain et incommode de faire attendre des patients dans la salle d'opérations, où ils assistent,

émus et encombrants, à la répétition des manœuvres qu'ils vont subir. La salle d'opérations doit être réservée au malade qu'on opère.

En face de la salle d'attente se trouve, garnie de lavabos, tablettes à bocaux, porte-capsules, appareils de lavages, etc., la *salle de préparation des malades et d'anesthésie*. Le malade est lavé, désinfecté à fond (il l'a déjà été grossièrement dans le Service aseptique); il pénètre donc dans la salle d'opérations n'ayant plus à subir de la part de l'opérateur qu'un lavage de précaution. Les sujets à anesthésier sont endormis dans cette salle sur un lit à roulettes; leur sommeil est plus rapide et plus calme dans le silence; s'ils s'agitent, ils n'effraient pas leurs voisins. L'anesthésie à part réalise aussi une économie de temps pour l'opération.

Les salles d'opérations, de stérilisation (ainsi, d'ailleurs, que toutes les salles de pansements, de lavabos, de bains, etc.), ont été installées par la

maison Flicotteaux, qui a bien voulu, sur mes indications, construire quelques modèles spéciaux.

Certains opérés ophtalmiques peuvent sans inconvénient regagner leur lit à pied; d'autres doivent éviter tout mouvement. Pour le transport facile de ceux-ci, j'ai fait construire un fauteuil roulant à quatre roues caoutchoutées.

On peut considérer comme une annexe de la salle d'opérations le local réservé à la confection et à la stérilisation des pansements (qui peuvent être tous préparés dans la maison), situé au rez-de-chaussée sous la pharmacie, avec laquelle il communique par un monte-charge; il a été installé et muni des étuves et appareils nécessaires d'après

les indications de M. Leclerc, dont on connaît la haute compétence.

Celui-ci également bien voulu nous donner son avis sur l'aménagement très pratique de la pharmacie.

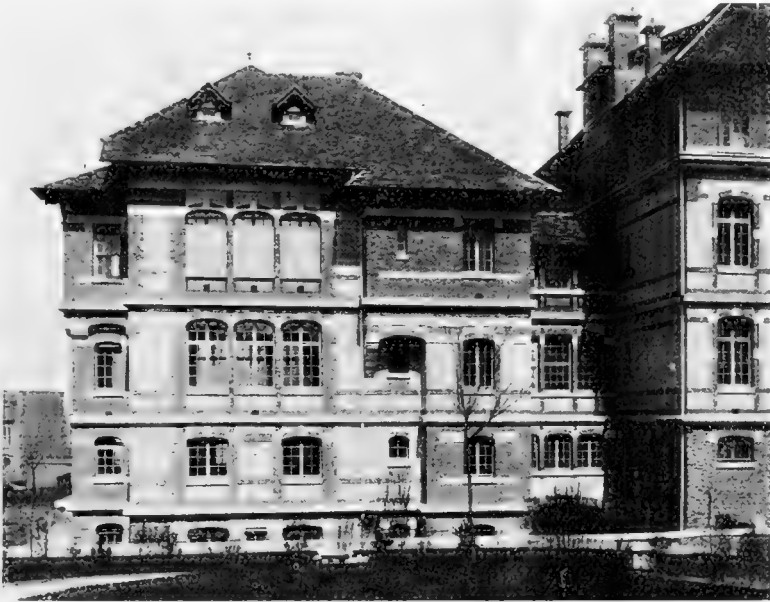


Fig. 10. — Pavillon septique.

VIII. — SERVICE SEPTIQUE.

Il se trouve dans un pavillon spécial (fig. 10), muni de son entrée et de son concierge particuliers,

qui ne communique avec le Pavillon central que par une galerie hermétiquement fermée à l'aide d'une porte qui ne sera ouverte qu'en cas d'urgence.

Ce Pavillon comprend : au 1^{er} étage, une salle d'attente et de pansements pour les malades reconnus infectés à la consultation externe et qui, restant au dehors, ont besoin de soins journaliers, puis des salles de malades; au 2^e étage, le réfectoire des septiques et une salle contenant des boxes pour les nouveau-nés (fig. 11).

Au 1^{er}, lorsque, après avoir monté l'escalier ou pris l'ascenseur, on s'arrête dans la galerie, on a en face de soi la salle des pansements, aménagée comme les salles analogues des autres parties de la Fondation; si l'on tourne à droite, on rencontre successivement, en marchant devant soi : l'office à droite; la salle d'attente à gauche, une lingerie, des bains et deux chambres d'isolement pour les

maladies contagieuses, puis la pharmacie. On arrive ainsi à une autre galerie, qui coupe celle qui vient d'être parcourue. Cette galerie contient : à droite un dortoir avec six lits d'hommes, en face duquel se trouve une chambre d'infirmier et une chambre d'isolé ; à gauche, la même disposition pour les femmes. Aux deux extrémités de cette galerie sont des salles de repos, des lavabos, des water-closets.

Au 2^e étage donnent, sur la galerie où aboutit l'escalier, le réfectoire, les bains, la pharmacie, l'office, la lingerie et une chambre de surveillance.

Cette galerie conduit à une grande salle contenant dix boxes pour les nouveau-nés atteints d'ophtalmie purulente, accompagnés de leurs mères. Ces boxes, en verre dépoli, contiennent un lit pour la mère, un berceau, un lavabo particulier. La création de ces boxes m'a paru indispensable pour assurer le repos des nouveau-nés, les soins spéciaux des nouvelles accouchées et pour éviter les contagions et recontagions qui se reproduisent si souvent. A l'extrémité droite de cette salle se trouve une salle de repos, des lavabos avec baignoire, des sièges, bidets et appareils à injection pour les femmes, des water-closets, des vidoirs ; à l'extrémité gauche, une salle de pansements, de cautéri-

sations, de lavages, réservée aux nouveau-nés. Inutile de dire que ces boxes peuvent être utilisés pour tout individu porteur d'une affection contagieuse, l'isolement d'un tel sujet pouvant, d'ailleurs, être réalisé par les quatre chambres particulières dont nous disposons.

IX. — FONCTIONNEMENT DE LA FONDATION.

La Fondation est ouverte à tous les individus atteints de maladies des yeux curables, quelle que soit leur religion ou leur nationalité, pourvu qu'ils justifient de leur qualité d'indigents ou de nécessiteux.

Les consultations ont lieu trois fois par jour : le matin de 9 à 11 heures, l'après-midi de 1 à 3 heures, le soir, pour les ouvriers, de 7 à 8 heures. Elles sont quotidiennes, excepté la der-



Fig. 11. — Boxe de nouveau-nés.

nière, qui n'a lieu que les mardis, jeudis et samedis.

Toutes les demandes d'hospitalisation doivent être adressées directement au médecin en chef.

Tous les soins donnés à la consultation externe et à l'intérieur de l'hôpital sont gratuits ; il n'est réclamé aucune indemnité aux hospitalisés. Les malades payants ne peuvent être reçus à la Fondation.

D^r A. Trousseau.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

de Montessus de Ballore (R.). — Sur les Fractions continues algébriques. (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol in-8°. A. Hermann, éditeur. Paris, 1905.

M. H. Poincaré disait, il y a une quinzaine d'années, en parlant de la représentation des fonctions par des fractions continues algébriques (fractions dont les éléments sont des fonctions rationnelles d'une variable), que c'était « une sorte de *terra incognita* dont la carte était presque blanche »; Laguerre, Halphen, Stieltjes, morts prématurément tous trois, et M. Padé y ont seuls pénétré. L'Académie des Sciences a voulu, par l'attribution du Grand prix des Sciences mathématiques, encourager les explorateurs à pousser quelques incursions dans ce vaste domaine, qu'elle présumait n'être pas stérile; mais aucun des levers partiels qui lui ont été soumis, en dépit de résultats intéressants, n'a été estimé digne d'une récompense, et la difficile étude de la convergence des suites de réduites des fractions continues algébriques a été de nouveau mise au concours. Le sujet de la thèse de M. de Montessus n'est donc pas une question aisée, ni rebattue; il n'y a pas un mince mérite à l'avoir choisi et à avoir réussi à exécuter un lever de grand détail, suivant des itinéraires tracés par Laguerre, Stieltjes et M. Padé.

La représentation approchée d'une fonction développée en série entière, au moyen d'une fraction rationnelle, a conduit M. Padé à associer à une série de puissances trois classes principales de suites de fractions rationnelles : les fractions (A), dont les dénominateurs sont tous d'un même degré et dont les numérateurs sont de degrés 1, 2, 3, 4...; (B), dont les numérateurs sont tous d'un même degré et dont les dénominateurs sont de degrés 1, 2, 3, 4...; (C), dont les numérateurs et dénominateurs sont simultanément de degrés 1, 2, 3, 4... Ces fractions rationnelles se trouvent déterminées par la seule condition que leurs développements en séries de puissances aient le plus possible de termes communs avec la série entière initiale. Une quelconque de ces suites de fractions rationnelles est la suite des réduites d'une fraction continue.

Dans la première partie de sa thèse, M. de Montessus démontre que les suites (A) et (B) convergent dans des cercles concentriques au cercle de convergence de la série entière initiale et pouvant, d'ailleurs, contenir ce cercle de convergence, les rayons de ces cercles dépendant d'une façon simple des singularités de la fonction dont la série entière est un développement de Taylor.

La seconde partie est consacrée à l'étude de types très généraux de suites (C), dont la convergence est établie pour tout le plan complexe, sauf *peut-être* pour certaines coupures, et à la généralisation d'indications de Laguerre relatives au développement en fraction continue des fonctions (L) qui vérifient une équation différentielle linéaire du premier ordre d'un type particulier.

Une dernière partie comprend quelques généralisations élégantes concernant des fractions continues étudiées par Gauss et par Lagrange.

On pourrait regretter que M. de Montessus n'ait indiqué que des régions de convergence certaine et des régions de convergence douteuse, sans arriver à préciser si celles-ci sont des régions de divergence. Mais cette lacune a déjà été comblée partiellement par l'auteur dans une Note récente des *Comptes rendus*, où il a établi, en utilisant certaines vues de Stieltjes :

1° que, pour les fonctions (L) de Laguerre, les coupures obtenues comme lieu de divergence possible sont effectivement des lignes de divergence; 2° que la différence entre une fonction (L) et la $n^{\text{ième}}$ réduite de son développement tend vers zéro avec $\frac{1}{n}$.

Cette thèse, d'une exposition attrayante, est une contribution pleine d'intérêt à une théorie difficile; et l'on voit qu'elle n'est que le prélude de recherches pour lesquelles il faut souhaiter à M. de Montessus persévérance et succès.

A. BOULANGER,
Maître de Conférences de Mécanique
à la Faculté des Sciences de Lille.

de Mas (F. B.), *Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées.* — Canaux. — 1 vol. de 579 pages de l'Encyclopédie des Travaux publiés. (Prix: 17 fr. 50.) Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1905.

Cet ouvrage est la troisième et dernière partie du Cours de Navigation intérieure professé par M. de Mas à l'École des Ponts et Chaussées. C'est dire qu'il traite de façon complète la question des canaux: il le fait avec la compétence et la clarté qui caractérisent son auteur.

Nous ne pouvons, dans un compte rendu aussi court, essayer du livre une analyse même sommaire. Nous préférons en donner simplement la conclusion, l'avis de l'auteur sur cette question toujours ouverte de la coexistence et du régime respectif des voies navigables et des voies ferrées. Cette coexistence est-elle justifiée? Convient-il de poursuivre la transformation ou la création de nouvelles voies navigables? Convient-il même de conserver celles qui existent et n'aurait-il pas mieux valu, comme certains l'ont demandé, combler les canaux pour poser des rails sur leur emplacement?

En ce qui touche les frais d'établissement, si l'on pouvait dire, avec M. Graeff, avant la loi du 5 août 1879, que « la dépense d'un chemin de fer était à la dépense d'un canal construit dans les mêmes conditions dans le rapport de 3 à 2 », on peut affirmer que les deux dépenses s'équivalent, depuis que cette loi a porté de 150 à 300 tonnes le chargement des bateaux auxquels les nouveaux canaux doivent livrer passage. Pour ces canaux, M. de Mas estime que les prix de fret oscillent autour de 0 fr. 10 par tonne kilométrique.

Ces prix sont inférieures à ceux des voies ferrées; mais, pour les comparer à ces derniers, il faut tenir compte de l'allongement de parcours que la voie d'eau impose le plus souvent aux marchandises qui l'empruntent.

La voie ferrée a pour elle le triple avantage de la rapidité (tout au moins quand l'application des tarifs spéciaux ne prolonge pas anormalement les délais de transport), de la régularité, et de la facilité d'expédier les marchandises par petites fractions.

Le canal offre les inconvénients correspondants, dont le plus grave devient, pour le destinataire, l'obligation de recevoir de grandes quantités à la fois, quand cette obligation se traduit par la nécessité d'immobiliser dans ses approvisionnements un capital plus important.

Par contre, le bateau a l'avantage de pouvoir accoster au plus près du point où la marchandise est produite ou consommée; dans certains cas, il constitue un magasin commode et économique; dans d'autres, il offre des facilités exceptionnelles pour le logement et l'arrimage de la marchandise. Il peut surtout être avantageux pour les longs parcours et les matières de peu de valeur: houille, engrais, minerais, matériaux de construction.

Tout compte fait, M. de Mas estime que les voies navigables rendent les plus grands services, même à côté des chemins de fer, partout où le mouvement commercial et industriel est suffisamment important.

Mais il ajoute que, pour rester, dans ce cas, un élément exceptionnel de prospérité, il faudra que la voie navigable s'approprie aux besoins, sans cesse changeants, du commerce et de l'industrie : il faudra notamment, toutes les fois que l'importance du trafic l'indiquera, ne construire que des canaux à grande section.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

Marchis (L.), Professeur-adjoint de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux. — Leçons sur la Navigation aérienne (Ballons sphériques, aérostation militaire, aérostation scientifique, aéronautique maritime, ballons dirigeables). — 1 vol. in-8° de 824 pages et 170 figures. (Prix : 20 fr.) Vve Dunod, éditeur, Paris, 1903.

Depuis que les principes d'une science rigoureuse ont pu être appliqués au plus noble des sports, le programme des Facultés, devenu large et hospitalier, ne pouvait que lui faire un bon accueil. La tentative était séduisante d'en faire l'objet d'un cours, puisqu'il n'est personne qui ne s'intéresse aux progrès de l'Aéronautique, et puisqu'aussi il est peu d'hommes, même parmi ses adeptes, qui en aient approfondi les principes, dont l'exposé était resté ou dispersé, ou peu accessible au public.

C'est, en effet, pour son enseignement à l'École de Chalais que le très regretté Colonel Renard avait mis sous une forme rigoureuse la théorie du ballon; mais ses leçons, qui ont formé tous les aéroliers militaires français, sont restées jusqu'ici en grande partie inédites. L'enseignement que le Colonel Renard inaugura à Meudon est sorti cependant, par fractions, de l'enceinte où les règlements militaires l'avaient enfermé, et ce, grâce aux Mémoires publiés un peu par lui, et beaucoup par ses élèves, qui, prenant ses leçons comme point de départ, en ont développé quelques points particuliers. Ces principes scientifiques s'appliquent à la construction du ballon, à son équilibre et à sa conduite; ils s'appliquent aussi à la connaissance des éléments atmosphériques dont dépend sa marche, à l'application qui peut lui être faite d'un moteur pour le rendre automobile, à la préparation des gaz pour le gonfler et à une foule de problèmes dont chacun a dû être résolu à son tour pour amener l'aérostation à être autre chose qu'un empirisme, pour donner à la construction et à la conduite toute la sécurité qu'elles exigent en face des dangers auxquels exposerait les moindres erreurs.

C'est l'ensemble de ces questions qu'expose M. Marchis en un ouvrage à chaque page duquel nous retrouvons le nom du chef incontesté que l'Aéronautique vient de perdre, et qui, par la puissance de son génie inventif, par la sûreté de sa logique, par la coordination qu'il a donnée à une science dont les bribes étaient éparses, a fait franchir à l'Aéronautique le grand pas qui sépare un empirisme d'une science parfaite.

Mais M. Marchis ne se borne pas à exposer les principes scientifiques de l'Aéronautique. Il en donne l'histoire, intéressante et souvent palpitante comme un roman, cette histoire vraiment héroïque des tentatives souvent suivies de catastrophes, qui n'ont pas découragé les essais nouveaux, tant l'attrait est grand de s'élever dans l'air sans que rien nous rattache au sol. Cette histoire forme le début du cours; elle reprend, au quatrième chapitre, pour l'aérostation militaire, qui a vu aussi de grands dévouements, et qui a connu de grands succès.

Cependant, le morceau de résistance du cours de M. Marchis n'est pas l'histoire; c'est l'exposé dogmatique et très clair de tous les détails qu'il faut connaître pour construire un ballon, le gréer, le mettre en

ordre de marche, et finalement le conduire, depuis son départ jusqu'à l'atterrissage.

En fait, la théorie de l'équilibre de l'aérostat relève du principe d'Archimède, mais sous une forme que complique la variation de densité du milieu.

Ce principe, correctement appliqué, montre nettement les effets des variations de volume du ballon, des pertes de gaz ou des jets de lest. Il montre, en particulier, que l'équilibre est souvent instable et que, surtout vers la fin d'une ascension, lorsqu'on a perdu beaucoup de gaz et jeté beaucoup de lest, en d'autres termes, lorsque le ballon est devenu flasque, il n'existe plus que deux zones d'équilibre que l'on puisse atteindre : l'une qui est le sol, l'autre qui est très élevée. Cela explique les bonds que font les aérostats au bout d'un très long trajet. Et c'est aussi la raison pour laquelle on cherche de plus en plus à employer des ballons munis d'un ballonnet à air, en forme de tore, qui permet de choisir mieux la zone d'équilibre et de navigation.

Les conditions d'équilibre, indiquant le poids que doit soutenir l'étoffe, en prescrivent aussi la tension et, par conséquent, la résistance. Ce sont, en dernier ressort, ces conditions qui imposent les essais des étoffes ainsi que de tout le grément. Il convenait donc, ainsi que l'a fait M. Marchis, de commencer par étudier le ballon en l'air, pour revenir ensuite à la construction, ce qu'il fait au deuxième chapitre, sous le titre : *La Technique des ballons*, chapitre dont la première partie est consacrée à la préparation et à l'examen du gaz pour le gonflement.

Le troisième chapitre traite des ballons avec ballonnet, cette géniale invention de Meusnier, dont le Colonel Renard a montré toute l'efficacité par les théorèmes d'équilibre qu'il a établis, et que M. Balsan et M. de la Vaulx ont essayé depuis deux ans avec un plein succès. Comme nous le disions tout à l'heure, ces ballons, qui se délestent automatiquement par le refoulement de l'air du ballonnet, se tiennent bien plus facilement que les ballons ordinaires dans les altitudes moyennes, et ne font pas, comme ces derniers, des bonds de 4 ou 5 kilomètres lorsqu'ils sont près d'avoir épuisé leurs ressources. On prévoit ainsi, pour un avenir très prochain, grâce au ballonnet, des ascensions plus longues et surtout moins pénibles que les ascensions de longue durée de ces dernières années.

L'aérostation militaire forme l'objet du quatrième chapitre. L'histoire des débuts de cette branche de l'Aéronautique pendant les guerres de la Révolution, les ascensions du siège de Paris en 1870, les installations du parc de Chalais, et les succès aéronautiques qui en ont été la conséquence non seulement dans des ascensions de manœuvre, mais aussi dans les expéditions du Tonkin, de Madagascar et dans la campagne de Chine, représentent l'énorme apport de la France à la conquête de l'air.

Ces paragraphes, d'un intérêt soutenu dans l'ouvrage de M. Marchis, sont suivis de la description du matériel de quelques autres pays.

Les expériences scientifiques d'exploration de l'atmosphère par des ballons montés, des ballons-sondes ou des cerfs-volants sont minutieusement décrites dans le cinquième chapitre, tandis que l'emploi des stabilisateurs et des déviateurs de M. Hervé forme l'objet du sixième chapitre, sous le titre d'Aéronautique maritime. On sait, en effet, qu'en faisant traîner par le ballon poussé par le vent des appareils immergés dans la mer, on peut les maintenir, sans perte de lest, à une distance à peu près constante du niveau de la mer, et leur assigner une route formant un angle assez grand avec la direction du vent. C'est un véritable gouvernail qu'on donne au ballon, dont le vent est le moteur.

La partie didactique de l'ouvrage de M. Marchis s'achève par l'étude des ballons dirigeables. Les projets de Meusnier, les dirigeables bien connus de Giffard, de Dupuy de Lôme, des frères Tissandier, le ballon moins connu de Haenlein, très bien étudié, mais qui ne fit

pas d'ascensions libres, avaient montré les difficultés du problème, qui fit d'un seul bond un tel progrès à Meudon qu'on put, dès 1884, le considérer comme résolu. Les mémorables ascensions du ballon *La France*, effectuées par les Capitaines Renard et Krebs, puis par les frères Renard, montrèrent, en effet, pour la première fois, un retour constant au point de départ avec une vitesse qui permettait de manœuvrer par une brise fraîche. Les principes de la construction des ballons dirigeables n'ont guère été modifiés, depuis cette époque, par tous ceux qui ont tenté des ascensions couronnées de succès. Et la plupart des insuccès de quelques expérimentateurs malheureux proviennent de ce que les principes posés par le Colonel Renard avaient été ignorés ou méconnus.

Dès 1883, le Colonel Renard avait réalisé le générateur d'électricité le plus puissant que l'on connaisse encore aujourd'hui. Mais c'était une solution provisoire du moteur, que l'on allège bien plus aujourd'hui par les engins à explosion. Le dirigeable devait donc progresser de lui-même, par la simple application des machines industrielles. Aussi quelques aéronautes ont-ils pu, dans ces dernières années, atteindre des vitesses un peu supérieures à celles qu'avait réalisées le ballon *La France*. Tel M. Santos-Dumont avec son sixième ballon, pour la construction duquel il avait su revenir aux principes posés par le Colonel Renard; tel encore *Le Lebaudy*, celui, de tous les dirigeables, qui a accompli jusqu'ici les plus longs parcours (plus de 60 kilomètres d'une traite), en restant gonflé pendant plusieurs mois, grâce à l'imperméabilité parfaite de l'étoffe. *Le Lebaudy* semble maintenant avoir atteint la limite de ce que peuvent donner les dirigeables du type ordinaire. A des vitesses supérieures, la composante latérale de l'effort de l'air sur la carène deviendrait prépondérante, et le ballon perdrait sa stabilité. Pour la lui rendre, il est nécessaire d'empenner le ballon, ainsi que l'a proposé le Colonel Renard peu de mois avant sa fin prématurée, donnant ainsi la possibilité de résoudre complètement un problème auquel il s'était adonné avec passion, et que, jusque-là, il considérait comme limité à une vitesse infranchissable et encore trop faible pour permettre de marcher par tous les vents.

Cette rapide esquisse de l'ouvrage de M. Marchis montrera, nous l'espérons, combien son initiative est heureuse, et combien un cours d'Aéronautique a sa place marquée dans l'enseignement libre des Facultés. Passionnante par ses résultats, l'Aéronautique n'est pas moins intéressante par ses méthodes, qui méritent d'être connues de tous les physiciens.

CH.-ED. GUILLAUME,

Directeur-adjoint du Bureau international
des Poids et Mesures.

2° Sciences physiques

Algué (Rev. José), *Directeur du Bureau météorologique des Philippines à l'Observatoire de Manille.* — *The Cyclones of the Far East.* — 1 vol. in-4° de 283 pages avec 54 planches. Bureau of Public Printing, Manille, 1904.

Cet ouvrage est la seconde édition, en anglais, d'un volume dont la première édition parut en espagnol il y a sept ans. L'œuvre de M. Algué est le fruit des observations sur les typhons qui ont été faites à l'Observatoire de Manille, depuis sa fondation, en 1865, jusqu'à nos jours. Une étude minutieuse et prolongée de ces perturbations atmosphériques et que les naturels des Philippines appellent *baguios*, — et qui sont de la même nature que les *hurricanes* des Antilles, les *cyclones* de l'Atlantique et les *typhons* de la mer de Chine, — a permis à M. Algué d'en discerner les causes et d'en prédire, dans une certaine mesure, les effets, rendant ainsi d'immenses services aux habitants et aux navigateurs d'Extrême-Orient.

Dans la première partie de l'ouvrage, d'un caractère

surtout théorique, il étudie la nature des typhons, leur origine, leur structure, leurs mouvements internes et externes, qui constituent les lois de la circulation cyclonique et du mouvement progressif.

La seconde partie traite des phénomènes qui précèdent généralement ces terribles tempêtes et qui permettent à l'observateur d'en prévoir jusqu'à un certain point les conséquences.

Puis, la troisième partie vient donner la preuve des deux premières par des exemples des différents types et classes de typhons et l'analyse de leurs caractères réels.

Enfin, une quatrième partie renferme quelques règles pratiques à l'usage des navigateurs qui rencontrent un typhon, puis la liste et la description des ports de refuge pendant les tempêtes d'Extrême-Orient.

Cet ouvrage fait grand honneur à l'auteur, dont la haute compétence en ces questions n'est, d'ailleurs, plus à signaler.

L. B.

Kayser (H.), *Professeur de Physique à l'Université de Bonn.* — *Handbuch der Spectroscopie. Dritter Band.* — 1 vol. in-8° de 604 pages, avec 94 figures et trois planches. (Prix : 52 fr. 50.) S. Hirzel, éditeur. Leipzig, 1905.

Nous avons donné ici les comptes rendus des deux premiers volumes de cette œuvre admirable, qui est la seule encyclopédie de l'Analyse spectrale et de toutes les questions qui s'y rattachent. Ce tome troisième est consacré aux spectres d'absorption. M. Kayser commence par décrire les appareils et les méthodes de production de ceux-ci et par exposer leurs lois. Il donne la définition et l'expression analytique des principaux termes employés dans l'ouvrage, et qui parfois ont été pris dans des sens différents : transparence, facteur de transparence, coefficient et constante d'absorption, indice, module et coefficient d'extinction. Il paraît avantageux d'employer désormais ces termes dans le sens arrêté par M. Kayser. Celui-ci expose ensuite les méthodes de représentation graphique des bandes, observées sous des épaisseurs ou à des concentrations croissantes. Le second chapitre aborde les transformations d'un même spectre d'absorption ; rien de plus variable que celui-ci pour une même substance ; que, pour un sel solide ou dissous, la nature du dissolvant, sa concentration, sa température viennent à subir un changement, et aussitôt la nature de son spectre d'absorption pourra être altérée profondément. L'action de chacun de ces facteurs est l'objet d'une étude. A propos de « la couleur des ions » et de la dissociation électrolytique des solutions, l'auteur résume les nombreux travaux qui n'ont pas réussi à élucider définitivement la question, et il conclut que, dans les cas les plus nombreux (par exemple pour les composés organiques), l'absorption est due à la molécule tout entière ; dans d'autres, au contraire, une portion seulement de celle-ci, et souvent les ions ou l'atome lui-même agissent. Le véritable siège de l'absorption nous est encore inconnu ; peut-être, comme pour l'émission, le placera-t-on un jour dans les électrons.

Une partie importante de ce volume traite des relations entre l'absorption et la constitution des composés organiques ; elle occupe 165 pages, avec de nombreux tableaux, diagrammes et courbes d'absorption. M. Kayser en a confié la rédaction au Professeur W. N. Hartley, de Dublin, dont les admirables travaux sur ces délicates questions ont ouvert des horizons nouveaux, et apporté à la Chimie organique une méthode précieuse pour résoudre les problèmes de structure moléculaire des composés. Les spectres ultra-violettes sont étudiés d'abord, avec tous les développements que comportent les résultats si intéressants obtenus dans la série cyclique et avec les alcaloïdes.

La partie visible vient ensuite, avec les spectres des matières colorantes ; ce chapitre offre des applications aux recherches industrielles sur lesquelles il est inutile d'insister. L'ultra-rouge et les conclusions à en tirer

sont le sujet de quelques pages. Ce véritable mémoire d'ensemble sur ce que nous pourrions appeler la « Chimie de l'absorption » se termine par des considérations générales de M. Hartley sur les variations des spectres dans les différentes séries.

M. Kayser reprend sa tâche par l'exposition détaillée de l'absorption chez certaines substances typiques, choisies d'ailleurs en grand nombre : les corps simples, les gaz, l'atmosphère terrestre, les matières transparentes employées en Optique, certains sels à propriétés caractéristiques, et enfin les composés des différentes terres rares. Les spectres de celles-ci sont présentés en de nombreux tableaux confrontant les observations de bandes faites par les observateurs successifs; dans le dernier, les bandes caractéristiques de toutes les terres sont rangées par longueurs d'ondes et accompagnées de leur attribution, dispositif facilitant beaucoup les recherches. Viennent ensuite quelques pages sur les laques colorées.

Le livre se termine par un répertoire particulièrement précieux : c'est un indicateur alphabétique de tous les corps simples ou composés dont les spectres d'absorption ont été publiés. On y trouve, avec des indications sommaires sur les conditions d'observation, les renseignements bibliographiques complets, et l'énumération en longueurs d'ondes des bandes ou raies obscures dans le spectre tout entier, sans en excepter l'infra-rouge auquel se rapportent trois planches lithographiques hors texte, représentant les bandes d'absorption des composés organiques entre 0 μ ,700 et 1 μ ,200.

Ce remarquable volume, plus spécialisé et plus purement documentaire que les précédents, ne leur est pas inférieur en intérêt. Il sera utile aussi bien à ceux qui s'occupent de Chimie générale, de Chimie organique, de terres rares, de matières colorantes, qu'aux spectroscopistes et aux physiciens.

Le tome prochain sera relatif à l'absorption par les matières colorantes organiques naturelles provenant des animaux ou des végétaux; il comprendra aussi l'étude des phénomènes qui peuvent se rattacher à l'absorption, tels que la dispersion, la fluorescence et la phosphorescence.

A. DE GRAMONT,
Docteur ès sciences.

Le Verrier (U.), Ingénieur en chef des Mines, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers. — Procédés métallurgiques et étude des Métaux. — 1 vol. grand in-8° de 403 pages, avec 194 figures. (Prix: 12 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

La plupart des ouvrages de Métallurgie générale de langue française nous viennent d'Allemagne et sont de véritables encyclopédies, où l'abondance des détails et des figures nuit à la clarté de l'ensemble. Aussi chacun n'y cherche-t-il que la partie qui l'intéresse.

L'ouvrage de M. Le Verrier a le mérite de présenter, sous un volume relativement petit, les opérations métallurgiques courantes dans ce qu'elles ont d'essentiel. Sans s'embarrasser dans des descriptions interminables de fours et de procédés de traitement, il en donne le principe. En suivant un ordre logique et facile à comprendre, il fait passer en revue tout ce qui intéresse la Métallurgie, au point de vue pratique ainsi qu'au point de vue théorique et scientifique : les propriétés des minerais, leur échantillonnage, leur préparation mécanique; le séchage, la calcination et le grillage de ces minerais, avec la description des principaux fours; les scories, les traitements par réduction, distillation et électrolyse; les divers procédés de fusion, au creuset, au four ordinaire et électrique; etc... Sous le titre d'installations accessoires sont décrites les souffleries, les condensateurs de poussières, etc. Voilà pour la Métallurgie proprement dite, qui constitue la première partie du volume.

La deuxième partie, l'étude des métaux, comprend les divers essais mécaniques et calorifiques auxquels doivent être soumis les métaux pour satisfaire à des

conditions déterminées. Un chapitre est consacré à la métallographie. Enfin, l'ouvrage se termine par une étude très claire et complète sur les alliages : leurs propriétés physiques et mécaniques, leurs structures microscopiques, et l'influence de certains corps introduits dans la composition de ces alliages sur leurs propriétés.

Il est regrettable que les figures de ce livre ne soient pas toujours en harmonie avec le texte. Un appareil ou un four qui est décrit sommairement devrait être représenté par un schéma, tout au plus par un dessin très simple; au lieu de cela, on trouve un peu trop souvent une figure chargée de détails, où les parties essentielles sont noyées dans les accessoires.

Malgré cette réserve, plutôt secondaire, nous ne saurions trop recommander la lecture de cet excellent traité didactique à ceux qui commencent à s'occuper de Métallurgie et même à ceux qui, déjà lancés dans cette branche, n'auraient que des idées incomplètes sur les études récentes relatives aux métaux et à leurs alliages.

AUGUSTE HOLLARD,
Chef du Laboratoire central
des Usines de la C^{ie} française des Métaux.

3° Sciences naturelles

Révil (J.), Président de la Société d'Histoire naturelle de Savoie. — Notions de Géologie appliquées au département de la Savoie. — 1 brochure gr. in-8°, de 70 p. Imprimerie Nouvelle, Chambéry.

Les lecteurs de la *Revue* n'ont pas oublié le bel article sur « la Formation des Vallées des Alpes de Savoie », publié, ici même, par M. Révil¹. Dans ces *Notions de Géologie*, qui ont pour but de montrer, une fois de plus, les points de contact de la Géologie et de la Géographie physique, ils retrouveront les qualités de clarté et de précision qui distinguent les travaux de l'auteur.

Eleventh Annual Report of the Department of Agriculture of New Zealand (1903). 1 vol. in-8° de 620 pages avec figures. — Twelfth Annual Report (1904). 1 vol. in-8° de 400 pages avec figures. J. Mackay, Government Printer. Wellington, 1904.

La Nouvelle-Zélande est un pays essentiellement agricole et, comme le montrent les deux derniers Rapports du Département de l'Agriculture, rien n'y est négligé pour le développement de cette source de richesses.

En 1903-1904, l'Archipel néo-zélandais nourrissait 299.182 chevaux, 1.593.547 têtes de gros bétail, 226.591 porcs et 18.954.553 moutons. La récolte en 1903-1904 a été de 7.891.654 boisseaux de blé, 15.107.237 boisseaux d'avoine, 1.160.504 boisseaux d'orge.

Une grande partie de ces grains sont exportés en Europe; mais c'est surtout l'exportation de viande refroidie qui prend une grande extension : elle atteint près de 65 millions de francs pour la viande de mouton, et près de 6 millions pour celle de bœuf, en 1903-1904. Enfin, le beurre et le fromage entrent également, le premier pour 35 millions, le second pour 5 millions dans le chiffre de l'exportation. Enfin, il a été exporté 24.761 tonnes de chanvre (*Phormium tenax*), pour une valeur de 16.500.000 francs.

La destruction des lapins a été poursuivie avec vigueur, et ce redoutable fléau ne sera bientôt plus qu'à l'état de souvenir.

On voit par ces chiffres que la Nouvelle-Zélande tient un rang des plus honorables au point de vue de la production agricole, qui va en augmentant chaque année; il n'est que juste de rappeler la part qui revient dans ce développement aux Stations agronomiques de la colonie, au nombre de six actuellement : Waerenga, Ruakura, Bickerstaffe, Te Mata, Momohaki et Weraroa, et au personnel expérimenté et dévoué du Département de l'Agriculture.

L. B.

¹ *Rev. gén. des Sciences*, 30 mai 1905.

Guéguen (F.), *Professeur agrégé à l'École de Pharmacie de Paris.* — **Les Champignons parasites de l'homme et des animaux.** — 1 vol. in-8° de 229 pages avec 12 pl. A. Joannin et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1905.

La connaissance des Champignons parasites de l'homme et des animaux ne préoccupe pas seulement le médecin et le vétérinaire; l'agronome s'intéresse aux espèces capables de détruire les insectes nuisibles; le sériciculteur s'inquiète des maladies cryptogamiques des vers à soie. Sans avoir pour objectif immédiat les conséquences économiques qui se mesurent en profits et pertes, le botaniste, le zoologiste, le biologiste en général trouvent un sujet d'étude particulièrement captivant dans la végétation des Champignons sur le terrain vivant de l'organisme animal.

Ces recherches exigent la détermination préalable des espèces, problème singulièrement ingrat quand il s'agit de Champignons, et surtout de Champignons simplifiés par le parasitisme.

Le biologiste, comme le praticien, saura gré à M. Guéguen de lui avoir fourni un ouvrage comparable à une Flore de Phanérogames, dans la mesure compatible avec la diversité des sujets. En dehors des Entomophthoracées et des Laboulbéniciées, qui fructifient sur le corps des insectes, nous ne connaissons la plupart des parasites de l'homme et des animaux que sous des formes rudimentaires, souvent même d'après des descriptions incomplètes, difficilement comparables entre elles parce qu'elles ne sont pas l'expression d'une observation méthodique.

On ne demandera donc pas aux diagnoses de M. Guéguen la concision et la symétrie des ouvrages systématiques, dans lesquels une commune mesure est applicable à toutes les espèces. Les hésitations, les discussions, les références ne sont point ici un hors-d'œuvre. Si elles pouvaient paraître encombrantes dans un exposé didactique définitif, elles ne font qu'augmenter la valeur documentaire d'un ouvrage destiné à guider les recherches futures.

Les chapitres sont rangés dans l'ordre des traités classiques de Mycologie. Deux index alphabétiques, l'un des hôtes, l'autre des parasites, facilitent le maniement du livre. Nous pensons donc que, malgré les complications inhérentes à l'étude des Champignons parasites des animaux, l'ouvrage de M. Guéguen rendra le même genre de services que les Flores des plantes supérieures.

PAUL VUILLEMIN,

Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy.

4° Sciences médicales

Pagès (C.), *Docteur ès sciences et en médecine, Vétérinaire sanitaire de la Seine.* — **L'Hygiène pour tous** (3^e édition). — 1 vol. de 638 pages, avec figures. (Prix : 5 fr.) Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1905.

L'Hygiène pour tous, comme son nom l'indique, n'est pas un traité d'hygiène savante à l'usage des médecins, mais un livre qui s'adresse à l'adulte moyennement instruit et correspond à ce que A. Comte appelait : enseignement populaire supérieur.

L'auteur y traite, en quatre grands chapitres : du milieu, de l'alimentation, de l'activité et de la reproduction. Le milieu est fait du climat, de l'aération, de l'habitation, du chauffage, de l'habillement.

L'alimentation, parce qu'elle représente l'agent le plus puissant d'éducation et de modification pour l'homme, méritait une longue étude; M. Pagès a passé en revue tous les aliments avec leurs indications spéciales, leurs avantages et leurs désavantages au point de vue de la santé de chacun comme de l'économie domestique. Il en a déduit les régimes économiques; on verra comment une famille de quatre personnes peut vivre, à Paris, en consacrant cent francs par mois à sa nourriture.

L'activité comprend l'éducation et l'entraînement physique, et l'étude des principaux exercices, comme la marche, la nage, les jeux, la gymnastique; là,

comme pour l'alimentation, il y a des régimes convenant aux divers âges et aux diverses conditions sociales. Dans le chapitre consacré à la reproduction, fonction qu'on abandonne entièrement au hasard dans l'espèce humaine, l'auteur montre l'influence de l'âge des reproducteurs, de leur parenté ou de leur éloignement, et du moment de l'accouplement.

Dans une deuxième partie, M. Pagès étudie l'hygiène spéciale qui convient aux individus suivant les climats, les saisons, les races, l'âge, le sexe, la profession. On y trouvera un aperçu de l'hygiène des intellectuels, de l'hygiène scolaire et de l'hygiène militaire, enfin de l'hygiène publique de police sanitaire.

Dans ce Traité, on trouvera d'excellents préceptes d'hygiène mis à la portée de tous, exposés dans une langue qu'on peut appeler populaire dans le bon sens du mot. L'auteur a simplifié et schématisé les choses dans des aphorismes frappants pour le lecteur et auxquels on ne peut reprocher parfois qu'un peu trop d'absolutisme.

M. LABBÉ,

Prof. agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

5° Sciences diverses

Paulhan (Fr.). — **Les Mensonges du Caractère.** — 1 vol. in-8° de 276 pages (Prix : 5 francs). F. Alcan, éditeur. Paris, 1905.

« Rien n'est sincère en nous. Du moins, rien n'y est tout à fait sincère » (p. 1). « La simulation est partout et toujours, et jamais elle n'est absolue » (p. 252). « A certains égards, la simulation elle-même est simulée » (p. 276). Telle est la thèse générale du nouveau livre de M. Paulhan. Et il décrit quelques-unes des formes de cette simulation incomplète, mais universelle; il montre comment les uns dissimulent leur véritable caractère sous une apparence d'impassibilité, les autres sous une sensibilité feinte, comment nous montrons à autrui et à nous-mêmes le caractère que nous voudrions posséder plutôt que celui que nous possédons réellement. Certains de ces « mensonges du caractère » sont destinés à nous protéger contre un milieu social auquel nous sommes mal adaptés, soit en nous isolant (fausse impassibilité), soit en nous rendant sympathiques (fausse sensibilité). Mais la cause générale qui explique pour M. Paulhan ces simulations, c'est la complexité de tout caractère. Les éléments qui le constituent sont souvent contradictoires. Tout désir est, par suite, accompagné d'une aversion. Toute volonté est une nolenté, car vouloir avec réflexion, c'est triompher des désirs hostiles à la résolution définitive. « Tout acte volontaire est une hypocrisie en tant qu'il n'est pas en harmonie avec l'ensemble complet du moi » (p. 115). Et cette complexité des éléments du caractère explique pourquoi la simulation n'est jamais complète : c'est en vertu d'une tendance de notre caractère, secondaire, mais réelle, que nous en dissimulons les tendances principales.

Ces idées sont développées avec beaucoup de finesse, et nul ne refusera à M. Paulhan de précieuses qualités d'observateur. Nous nous demandons pourtant si ses observations et ses analyses ne pourraient pas être plus méthodiques. En somme, rien ne nous garantit leur exactitude, sinon la confiance que nous pouvons avoir dans l'auteur. Les caractères qu'il décrit sont peints d'après des modèles que nous ne connaissons pas, que M. Paulhan a observés du dehors, et dont il donne une interprétation que nous ne pouvons pas contrôler. Nous nous demandons, en outre, s'il est légitime de confondre dualité et duplicité, et de dire que nous simulons un caractère qui n'est pas le nôtre toutes les fois que nous ne révélons qu'un aspect de notre personnalité. Se montrer tel qu'on voudrait être, ce n'est pas dissimuler sa véritable nature, c'est faire connaître l'idéal qu'on poursuit réellement. Bref, le sujet traité par M. Paulhan, c'est moins les « mensonges » que les contradictions du caractère.

PAUL LAPIE.

Chargé de Cours à l'Université de Bordeaux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Septembre 1905¹.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Darboux communique quelques observations sur une équation différentielle du quatrième ordre. — M. A. Demoulin présente ses recherches sur deux systèmes cycliques particuliers engendrés par des intersections de sphères orthogonales. — M. Auric généralise diverses propositions relatives aux fractions continues algébriques. — M. Zervos communique ses recherches sur le problème de Monge. — M. H. Deslandres présente quelques remarques sur l'état actuel des recherches solaires et sur les moyens de les améliorer. — M. G. Rayet a observé l'éclipse de Soleil du 30 août à Burgos dans des conditions assez défavorables. — M. G. Meslin : Sur l'éclipse du 30 août et la polarisation de la couronne solaire (voir p. 749).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — Le Prince de Monaco a fait, à bord de la *Princesse-Alice*, 26 lancements de ballons-sondes au-dessus des océans, dont 8 dans la Méditerranée et 18 dans la région des alizés et au nord des alizés. La hauteur maxima atteinte a été de 14.000 mètres au-dessus de l'Atlantique. — M. Th. Moreaux a observé la trombe qui s'est abattue le 28 août à Saint-Maur et à Champigny (Seine). Le mouvement de rotation était en sens inverse de celui des aiguilles d'une montre. — MM. H. de la Vaulx et J. Jaubert décrivent les observations météorologiques qu'ils ont faites à Constantine pendant l'éclipse du 30 août, à terre, en ballon et au moyen d'un ballon-sonde. La température a baissé de 5° à terre et de 3 à 4° seulement dans les couches supérieures. — M. L. Libert a observé à Tripoli le phénomène des ombres volantes pendant l'éclipse totale du 30 août. Le phénomène est semblable à celui qui est produit sur le mur d'une chambre opposé à une fenêtre dont les persiennes sont closes et donnent sur la mer. — M. H. Becquerel a reconnu que le rayon de courbure de la trajectoire des rayons α du radium dans un champ magnétique, dans l'air, va en augmentant le long de cette trajectoire ; il montre que ce fait ne s'explique pas par la présence de rayons animés d'inégales vitesses, comme le voudrait M. Rutherford. — M. G. Malfitano montre que les unités physiques des abuminoïdes ont une composition et des propriétés qui varient d'une façon continue : ce sont des micelles, ou agrégats de molécules peu ou pas solubles, associées avec des électrolytes. Il est probable que le mécanisme de la peptonisation consiste dans un changement de la nature des sels qui font partie des micelles. — M. L. Cayeux estime que les expériences de Daubrée, invoquées par MM. Delage et Lagatu, loin d'appuyer leur hypothèse de la dissolution directe des silicates de la terre arable, montrent simplement la décomposition des feldspaths par l'eau.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. G. Ullmann a reconnu que le clignement vibratoire des paupières est toujours l'indice d'une affection rénale, plus particulièrement à son début. — M. C. Spiess montre que la présence de pigments biliaires chez la sangsue médicinale est une conséquence de son régime alimentaire (nutrition exclusive de sang) ; c'est une nouvelle preuve de l'origine hématique des pigments biliaires des animaux supérieurs. — M. Ed. Bureau a observé diverses

plantes dans la Loire-Inférieure au cours de l'éclipse solaire du 30 août. L'*Acacia dealbata* replia complètement ses feuilles, comme pendant la nuit ; les autres plantes ne montrèrent aucune sensibilité.

Séances du 18 Septembre 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — MM. H. Deslandres, H. Andoyer et D. Eginitis donnent quelques détails sur les observations de l'éclipse de Soleil du 30 août qu'ils ont faites respectivement à Burgos, à El-Arrouch (près de Philippeville) et à Athènes.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Urbain est parvenu à isoler, après des fractionnements incessants qui ont duré près d'une année, 7 grammes de terbium pur, à spectre d'absorption caractérisé. Son poids atomique, déterminé par dosage d'eau dans le sulfate hydraté, est de 159,2.

Séance du 25 Septembre 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. Duhem montre que le principe des déplacements virtuels, sur lequel Descartes a proposé de fonder toute la Statique, a été employé pour la première fois par Jordanus de Nemore, au début du XIII^e siècle. — MM. Salet et Ch. Trépiéd communique leurs observations de l'éclipse de Soleil du 30 août, faites respectivement à Robertville et à Guelma (Algérie).

2° SCIENCES NATURELLES. — M. J. Dauphin a observé que l'alcool ordinaire, quoique très nuisible en général au développement du *Mortierella polycephala*, peut à faible dose permettre la formation de chlamydo-spores et d'œufs. — M. W. Lubimenko a reconnu que l'énergie assimilatrice des feuilles est sous la dépendance de la concentration du pigment dans les grains de chlorophylle. La courbe qui représente cette énergie peut, suivant la concentration du pigment, s'élever jusqu'à la limite supérieure de la radiation naturelle (plantes ombrophobes) ou s'abaisser avant (plantes ombrophiles). — M. L. A. Fabre montre que l'asepsie des eaux sauvages (issues des sols incultes) est le résultat d'un phénomène essentiellement biologique. L'oxygène de l'air pénètre lentement avec les eaux d'infiltration, détruit les matières organiques du sol, exalte la vitalité des microbes aérobies fertilisateurs et élimine les anaérobies pathogènes.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 13 Avril 1905 (fin).

MM. V. H. Veley et J. J. Manley présentent leurs recherches sur les indices de réfraction de l'acide sulfurique à différentes concentrations. Les indices de réfraction des mélanges d'acide sulfurique et d'eau de concentrations variant de moins de 1 % à plus de 99 % ont été déterminés pour les quatre lignes H_γ, D, H et H_γ, et les résultats comparés avec les déterminations antérieures de Van der Willigen. Les coefficients de température ont été mesurés et l'on s'en est servi pour réduire tous les indices de réfraction à une température commune de 15°. La valeur maximum des indices de réfraction et de la première constante de la formule de Cauchy correspond approximativement à la composition de l'hydrate H₂SO₄·H₂O ; mais toute indication de l'existence d'autres hydrates est douteuse. Le facteur de Lorentz, $(\mu^2 - 1) / (\mu^2 + 2) d$, est une fonction linéaire du pourcentage jusqu'à 90 %, ou, en d'autres termes, l'élasticité étherale est compensée par la densité. Il y a, toutefois, une légère altération à environ 30 % de concentration. Les indices de réfraction, les

¹ Dans la séance du 21 août, une communication sur les lois du frottement a été attribuée, par erreur, à M. J. Hadamard ; elle est due, en réalité, à M. P. Painlevé.

constantes de Cauchy et le facteur de Lorentz présentent tous des irrégularités pour les concentrations allant de 92 à 100 %; elles sont, cependant, concordantes entre elles et indiquent une densité maximum à environ 97 % et un point minimum entre 99 et 100 %. La question subsiste donc de savoir si une substance représentée par la formule simple H^2SO^4 existe comme entité distincte.

Séance du 8 Juin 1905 (suite).

M. W.-E. Wilson : *Evolution du spectre d'une étoile pendant sa croissance d'une nébuleuse*. Voici les résultats de cette étude : 1° Si la température d'une étoile est suffisamment élevée pour permettre aux gaz, s'ils sont assez denses, d'émettre toutes leurs lignes jusqu'à l'extrême ultra-violet, alors une augmentation de la température altère peu leur spectre; 2° Des différences dans la pression partielle d'un gaz quelconque dans deux étoiles de même température peuvent avoir un grand effet sur la détermination des lignes visibles dans leur spectre; 3° Des étoiles dont les températures s'élèvent et s'abaissent légèrement à partir du point critique auquel les nuages photosphériques se forment diffèrent sensiblement dans leur spectre; 4° D'après ce qui précède, il semble impossible de classer les étoiles d'après une échelle de température seulement. — **MM. B. Hopkinson et F. Rogers** ont étudié les propriétés élastiques de l'acier à haute température. Les températures ont atteint 800° et les tensions sont toujours restées très inférieures à celle qui provoque la rupture de la substance. Lorsque la température s'élève, les relations entre la tension et la déformation subissent un changement remarquable, qu'on peut exprimer en disant que l'effet de temps (post-action élastique) augmente fortement avec la température. L'acier, aux hautes températures, se comporte comme le caoutchouc ou le verre; s'il est soumis à une tension pendant un certain temps, puis qu'on supprime la charge, il ne revient pas aussitôt à son état primitif; mais, après la rétraction élastique, il y a une faible contraction, perceptible pendant plusieurs minutes. Cet effet peut être décelé à la température ordinaire; mais, au rouge, il atteint un ordre de grandeur élevé et forme une notable fraction de la déformation totale. — **M. C. McLeod** a enregistré les différences de température entre l'Observatoire du Collège Mc Gill et le sommet du Mont Royal, à Montréal. Cet enregistrement présente ce caractère particulier que, le sommet de la montagne étant inaccessible pendant la plus grande partie de l'hiver, les indications des instruments qui s'y trouvent placés sont obtenues à la ville même par une transmission électrique couverte. Les thermomètres sont du type Calexander à résistance de platine. Le système a fonctionné parfaitement pendant plus d'une année. On a observé que tout changement marqué de température à la station inférieure est invariablement précédé par un changement analogue à la station supérieure dans un intervalle de vingt-quatre à quarante-huit heures. — **Sir W. Crookes** a étudié le spectre de phosphorescence de l'europium pur d'Urbain, sous forme de sulfate igné soumis aux radiations cathodiques dans un tube à vide. Le spectre visible consiste presque exclusivement en deux lignes rouges, dont la plus réfrangible ($\lambda = 6.153$) est nébuleuse et faible, tandis que l'autre ($\lambda = 6.128$) est définie et très brillante, et en une faible luminosité dans la position de la ligne du sodium. La forte ligne, que Demarçay pensait être identique avec celle de S₆, ne l'est pas en réalité, la longueur d'onde de la ligne de S₆ étant 6.094. Toutefois, lorsqu'à un mélange de Yt et de Sm on ajoute un peu d'Eu, on voit se former une ligne brillante, à $\lambda = 6.094$, identique avec la ligne de S₆. D'autre part, l'addition de chaux à l'europium produit un déplacement de la ligne forte de ce dernier vers $\lambda = 6.153$, tandis que la ligne faible devient presque aussi intense que son compagnon. — **M. J. C. M. Garnett** poursuit ses recherches sur les verres, les pelli- cules et les solutions métalliques. Il calcule d'abord des

expressions donnant l'indice de réfraction et le coefficient d'absorption d'un milieu complexe consistant en métal à l'état de petites sphères (granulaire) et de molécules discrètes (amorphe), diffusées dans un milieu transparent non dispersif, isotrope, en fonction des constantes optiques correspondantes du métal normal. On en déduit immédiatement les formules particulières qui s'appliquent quand la proportion en volume μ du métal dans le milieu complexe est faible. Au moyen de ces formules et des valeurs numériques des constantes optiques de l'or, de l'argent et du cuivre pour la lumière monochromatique de diverses longueurs d'ondes, l'auteur calcule les valeurs des constantes optiques correspondantes des diffusions de sphères et de molécules de ces métaux dans le verre, l'eau et le vide. L'auteur mesure alors l'absorption de lumière monochromatique par des verres rubis d'or et de cuivre et des verres d'argent. La comparaison des absorptions mesurées du verre rubis d'or avec les absorptions calculées de sphères d'or et de molécules d'or diffusées dans le verre montre que la couleur du verre rubis d'or est due en premier lieu à la présence de sphères (et non de molécules) dans le métal. La présence de cristallites, formées par la coagulation de sphères d'or, et réfléchissant la lumière rouge, rend compte des colorations pourpre et bleue irrégulières transmises quelquefois par les verres d'or. Ensuite, quand on compare les absorptions d'une solution colloïdale d'or dans l'eau avec les absorptions calculées de sphères et de molécules d'or diffusées dans l'eau, il en résulte que l'or colloïdal consiste en petites sphères en suspension. On arrive à des conclusions identiques pour le verre teinté à l'argent et pour les solutions colloïdales d'argent, ainsi que pour le verre rubis de cuivre, quoique, dans ce dernier, quelques molécules de cuivre soient probablement présentes. Le calcul montre que des sphères diffusées de cobalt donneraient au verre une coloration rougeâtre; le verre de cobalt n'est donc pas coloré par le métal sous forme métallique. Les couleurs produites dans les verres d'or, d'argent et de sodium par la radiation de l'émanation du radium semblent montrer que ces verres contiennent des ions métalliques libres, et que c'est par la décharge de ces ions et la réduction subséquente du métal que les rayons cathodiques et de Becquerel sont susceptibles de colorer les verres. Enfin, l'auteur arrive à la conclusion que l'argent de Carey Lea n'est pas allotropique, mais consiste en argent normal à l'état finement divisé, mais pas nécessairement granulaire. — **MM. C. Cuthbertson et E. B. R. Prideaux** ont déterminé l'indice de réfraction du fluor gazeux pour la lumière jaune au moyen du réfractomètre de Jamin. La valeur moyenne de quatre expériences pour la réfractivité $(\mu-1)10^6$ est de 195. Elle est à celle du chlore dans le rapport de 1 à 4, comme celles de Ne, O et Az à celles de Ar, S et P. — **MM. J. Th. Cash et W. R. Dunstan** communiquent leurs recherches sur la pharmacologie de l'indaconitine et de la bikhaconitine. Ces deux nouvelles aconitines ont été isolées de deux variétés de l'aconit indien. L'une, l'indaconitine, a été trouvée dans les racines de l'*Aconitum napellus*, var. *hians*, de Bruhl, considéré aujourd'hui par Stapf comme une espèce nouvelle, qu'il nomme *A. chasmanthum*. L'autre, la bikhaconitine, dérive de l'une des formes les plus vénéneuses de l'aconit, connue aux Indes sous le nom vernaculaire de « bikh »; c'est l'*A. ferox*, var. *spicatum*, de Bruhl, dont Stapf a fait une espèce distincte sous le nom d'*A. spicatum*. Les deux aconitines ont des effets qualitatifs identiques à ceux des autres alcaloïdes de cette série : aconitine, japaconitine et pseudoaconitine. La toxicité de l'indaconitine est moindre que celle de la bikhaconitine vis-à-vis des animaux à sang froid; à cet égard, la première se rapproche de l'aconitine, tandis que la seconde, plus forte que la japaconitine, prend une position intermédiaire entre cet alcaloïde et la pseudoaconitine, la plus active de la série. La dépression de la fonction respiratoire par l'indaconitine est moindre que celle que produit la bikhaconitine. Des

doses répétées d'alcaloïdes, administrées à des intervalles réguliers et dans les mêmes proportions fractionnaires des doses mortelles, sont suivies par un effet toxique plus marqué pour la bikhaconitine que pour l'indaconitine. L'effet local des deux aconitines, appliquées à la peau par onction, est le même et semblable à celui des autres aconitines. L'indaconitine et la bikhaconitine peuvent donc être substituées à l'aconitine et à la pseudoaconitine pour l'usage interne, l'indaconitine étant administrée aux mêmes doses que l'aconitine, et la bikhaconitine dans la proportion de 75 % de la dose unité de la première, tandis que, pour l'application locale, elles peuvent être employées comme constituants des pomades dans la même proportion que l'aconitine.

— **M. W.-S. Perrin** : *Historique de la vie du Trypanosoma Balbianii*. Le *Trypanosoma Balbianii*, certes est un membre primitif de la famille des Trypanosomidés; on le trouve en grand nombre à l'état de parasite dans l'intestin de l'huître, où il peut être présent, soit nageant librement dans le contenu liquide, soit enclous dans le style cristallin quand cette structure est présente. En résumant les points principaux dans l'histoire de la vie du *Trypanosoma Balbianii*, on voit que tout le cycle de développement, à l'exception de la croissance d'individus frais des kystes, a lieu dans l'intestin d'un seul hôte. Dans le style, les trypanosomes subissent une division longitudinale comme méthode normale de multiplication, et, lorsque leur nombre est devenu considérable, dans beaucoup de cas ils s'enkystent à la périphérie du style. Dans le style aussi, beaucoup d'individus subissent une dégénération, les coquilles vides du périplaste et la membrane ondulante déchirée se présentant parfois en quantités considérables. Lorsque le style disparaît, la production des gamètes a lieu, suivie par la conjugaison. Lorsque, pour une raison quelconque, l'huître est soumise à la faim et que le style disparaît, les formes indifférentes ou s'enkystent ou se multiplient rapidement, s'atténuant dans le processus. Les formes femelles sont cependant plus résistantes, et dans ces mêmes conditions ne se multiplient pas, mais après un certain temps s'enkystent. Il ne paraît pas exister de stades intra-épithéliaux dans l'intestin. La transmission du parasite semble se produire par les kystes seulement. Les points les plus intéressants mis en lumière par l'étude du *Trypanosoma Balbianii* sont peut-être les suivants : 1° Le caractère primitif des relations nucléaires dans l'individu normal; 2° La variabilité extraordinaire de la membrane ondulante, variabilité dont la corrélation avec une condition déterminée de vie quelconque n'a pas été trouvée; 3° La méthode du changement nucléaire, comprenant la condensation de la bande nucléaire spiralée en une baguette qui se segmente en chromosomes; 4° La méthode d'enkystement et la condition du noyau rappelant les bactéries; 5° L'existence d'apparences, dans l'enkystement de formes femelles, suggestives de la parthénogénèse; 6° La méthode de formation des gamètes mâles, comprenant une division longitudinale et l'expulsion de la substance nucléaire; 7° La nature résistante des formes femelles et la grande susceptibilité des gamètes mâles aux conditions défavorables; 8° La corrélation de la production des gamètes et de la présence de la conjugaison avec la disparition du style. — **M. E. Ray Lankester** décrit une nouvelle espèce de *Cephalodiscus* draguée par la *Discovery*, le 13 janvier 1902, à 100 pieds de profondeur au large de l'île Coulman, près de la Terre Victoria, dans l'Océan antarctique. Cette espèce se distingue nettement du *C. dodecalophus* par le caractère massif de la colonie, la couleur noire et la grande taille des polypides, et la restriction des polypides et de leurs bourgeons en tubes séparés. C'est donc une espèce nouvelle, pour laquelle l'auteur propose le nom de *C. nigrescens*. — **M. E. Drabble** et **M^{lle} H. Lake** ont étudié l'effet de l'anhydride carbonique sur l'incurvation géotropique des racines de *Pisum sativum*. On

sait que des racines placées horizontalement dans l'eau bouillie ne répondent pas au stimulus géotropique, par suite de l'absence d'oxygène. Il en est de même quand les racines sont placées dans l'hydrogène ou d'autres gaz indifférents. Le stimulus, cependant, est perçu, car si la plante est enlevée de l'eau bouillie ou du gaz, puis placée verticalement dans l'air, la tige de la racine exécute un mouvement en dehors de la verticale dans la direction du stimulus primitif. L'anhydride carbonique étant considéré comme un poison protoplasmique, mais agissant cependant à petites doses comme un stimulant, il était intéressant d'observer son action sur les incurvations géotropiques. Quand le stimulus agit pendant 15 minutes sur des racines placées horizontalement, les unes dans l'air, les autres dans un courant de CO², il n'y a pas de différence appréciable de courbure entre les deux séries quand elles ont été re-placées dans l'air après la fin de l'action du stimulus. Mais, quand le stimulus agit pendant 20 minutes, la courbure commence toujours à se manifester plus tôt chez les plantes traitées par CO²; cette différence doit être attribuée à la lente pénétration des cellules par le gaz. Puis, quand la stimulation a duré 25 minutes, l'excès de courbure des plantes traitées par CO² diminue de façon appréciable, CO² ayant probablement pénétré en trop grande quantité dans les cellules et ayant dépassé la concentration optimum pour l'excitation. — **M. O. Rosenheim** a examiné des fragments de carapaces de *Pterygotus osiliensis* trouvés dans des roches siluriennes de l'île d'Oesel, au point de vue de la présence de chitine. Il conclut que la façon générale dont se comporte la substance vis-à-vis des acides et des solvants est telle que c'est probablement de la chitine; en effet, après ce traitement, cette substance donne, par hydrolyse avec HCl concentré, une substance fortement réductrice qui est vraisemblablement de la glucosamine. — **M. R. Kidston** : Note préliminaire sur l'existence de Microsporangies en connexion organique avec le feuillage des *Lyginodendron*.

Communications reçues pendant les vacances.

M. T. Zammit a reconnu que les chèvres sont susceptibles de prendre la fièvre de Malte et que cette affection peut être propagée chez l'homme par le moyen de la chèvre. — **M. W. H. Horrocks** a étudié la propagation de la fièvre méditerranéenne par les chèvres. Il a constaté que plusieurs chèvres, dans divers troupeaux examinés à Malte, souffraient de la fièvre méditerranéenne. Le *Micrococcus melitensis* est exsudé dans le lait en quantités énormes quand la maladie s'est développée pendant un temps assez long pour produire un changement dans les caractères physiques de ce liquide. Il est aussi excrété en grand nombre, même quand les animaux sont en « plein lait » et qu'aucune modification n'a été notée dans les propriétés physiques ou chimiques du lait. Le *M. melitensis* est aussi excrété dans l'urine des chèvres souffrant de la fièvre méditerranéenne; mais, jusqu'à présent, il n'a été trouvé que lorsque la maladie existait depuis quelque temps et que le lait était déjà modifié.

ERRATUM

Dans le numéro du 30 août dernier, page 728, 2^e colonne, note 1, lire : *M. Jean Bequerel*, au lieu de *M. Jean Buquerol*.

¹ Voir, à ce sujet, le récent article de **M. R. Zeiller** sur « une nouvelle classe de Fougères fossiles, les Pteridospermes », dans la *Revue* du 30 août 1905.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Météorologie

La Conférence des Directeurs de Services météorologiques à Innsbrück. — A Innsbrück, s'est réunie, du 9 au 15 septembre 1905, la Conférence internationale des Directeurs de Services et d'Observatoires météorologiques. Cette réunion, à laquelle assistaient une cinquantaine de météorologistes, avait à discuter un certain nombre de questions portées à son ordre du jour (exactement 40), et surtout elle avait à élire les membres du Comité international Météorologique; ce Comité de 15 membres tient ses pouvoirs de la Conférence des Directeurs, et le mandat du Comité élu en 1896 expirait en 1905.

La précédente Conférence des Directeurs s'était réunie en 1896 à Munich. En 1904, le Bureau du Comité international avait arrêté la liste des personnes à inviter à la Conférence d'Innsbrück; outre les chefs de services ou directeurs d'observatoires, étaient invités quelques météorologistes spécialement qualifiés: c'est à ce titre que M. Durand-Gréville, par exemple, était invité à la réunion d'Innsbrück, qui avait, entre autres questions, à discuter l'étude des *lignes* et des *rubans de grains*.

M. Mascart, président du Comité international, ayant dû renoncer, pour raison de santé, à faire le voyage de d'Innsbrück, MM. Violle et Moureaux s'étant également excusés, les membres français de la Conférence étaient au nombre de cinq: MM. Angot, Teisserenc de Bort, Marchand, Brunhes et Durand-Gréville. Les chefs de services appartenant à l'Allemagne ou à l'Empire d'Autriche-Hongrie étaient naturellement plus nombreux. La Conférence, après avoir exprimé ses regrets pour l'absence de M. Mascart, nomma président d'honneur M. Hann, et président M. Pernter, directeur du Service météorologique d'Autriche. Parmi les météorologistes présents, on peut citer M. von Bezold, de Berlin; le général Rykatcheff, de Saint-Petersbourg; M. Shaw, de Londres; M. Hépites, de Bucarest; M. Hildebrandsson, d'Upsal; M. Mohn, de Christiania; M. Paulsen, de Copenhague; M. Hergesell, de Strasbourg; M. de Konkoly, de Budapest; M. Polis, directeur de l'Observatoire d'Aix-la-Chapelle; M. Rizzo, directeur de l'Observatoire de Messine; M. Stupart, de Toronto (Canada); M. Silvado, chef du Service météorologique du Brésil; le R.

P. Froc, directeur de l'Observatoire de Zi-ka-wei; le R. P. Algué, directeur de l'Observatoire de Manille; M. Lawrence Rotch, Directeur de Blue Hill Observatory, etc. Enfin, Sir Norman Lockyer a pris part aux travaux de la Conférence et présidé la « Commission solaire ».

Les membres sortants du Comité international ont été réélus; et, à la place laissée vacante par le décès, tout récent, du Directeur du Service météorologique suisse, la Conférence a nommé M. Nakamura, Directeur du Service météorologique du Japon. Le Comité international, à son tour, a réélu son bureau, composé de M. Mascart, président, et de M. Hildebrandsson, secrétaire.

Le Comité international, qui tient ses pouvoirs de la Conférence des Directeurs, nomme à son tour, au sein de la Conférence, des Commissions qu'il charge d'étudier certaines questions spéciales, d'entreprendre certaines recherches ou de préparer des projets de décisions à soumettre à une Conférence ultérieure. Quelques-unes des Commissions ainsi constituées ont joué, dans ces dernières années, un rôle essentiel dans l'organisation des travaux communs en Météorologie.

L'une d'entre elle, qui a été particulièrement active, a été la *Commission des nuages*. Sous la direction de M. Hildebrandsson, elle s'était donné pour mission de promouvoir et de centraliser des observations continues, effectuées durant une année, sur la marche des nuages supérieurs, dans tous les observatoires du globe. C'est cette grande enquête qui a conduit aux résultats, désormais bien établis, qu'ont exposés MM. Hildebrandsson et Teisserenc de Bort dans leur ouvrage sur les *Bases de la Météorologie dynamique*, et qui jettent une vive lumière sur le problème si difficile de la circulation générale de l'atmosphère. C'est une délégation de trois membres de cette Commission des nuages qui a rédigé et publié l'*Atlas international des nuages*. La Commission des nuages, ayant accompli la mission qui lui avait été confiée, a été déclarée dissoute.

La *Commission d'Aérostation scientifique*, chargée de coordonner les résultats obtenus dans l'exploration de la haute atmosphère, et de promouvoir des lancers de ballons-sondes et de cerfs-volants à des jours fixes, en

divers points du globe, a vu ses pouvoirs renouvelés : elle a toujours pour président M. Hergesell.

La *Commission solaire*, que préside Sir Norman Lockyer, a pour but tout spécial d'établir une collaboration entre astronomes et météorologistes et d'indiquer aux uns et aux autres les travaux dont la poursuite, dans une des deux sciences, serait particulièrement utiles aux progrès de l'autre.

La *Commission de la radiation solaire*, qui avait jusqu'ici pour président M. Violle, s'était attachée à une étude comparée des divers instruments employés pour la mesure de la chaleur solaire. Elle a proposé à la Conférence, par un Rapport de son président dont les conclusions ont été adoptées, de recommander l'usage général du pyrhéliomètre électrique d'Angström. M. Violle ayant absolument décliné le renouvellement de ses pouvoirs, la nouvelle Commission sera présidée par M. Angström : elle aura surtout pour mission d'établir un programme de travail en indiquant dans quelle série de stations il y aurait intérêt à poursuivre des mesures simultanées.

La *Commission du magnétisme terrestre*, renouvelée et complétée, a décidé de constituer un Bureau permanent, chargé de se tenir en relations constantes avec les directeurs d'observatoires magnétiques et les personnes qui s'occupent de magnétisme terrestre, et de centraliser les résultats des observations. Ce bureau a pour président le général Rykatcheff, qui remplace M. Rücker, et pour secrétaire M. Schmidt, de Potsdam.

Enfin, la Conférence a chargé une Commission spéciale de trois membres : MM. Durand-Gréville, Hildebrandsson et Shaw, de recueillir auprès des directeurs d'observatoires tous les renseignements possibles sur le passage des *grains d'orage* ou des *grains de vent*, et elle a appelé l'attention des météorologistes sur ces phénomènes.

La Conférence a enfin pris des décisions fermes sur des dénominations à employer, des méthodes de réduction ou de calcul à prescrire, des appareils à recommander, dont l'énumération ne saurait trouver place ici. Ajoutons que les membres étrangers ont reçu de leurs collègues d'Autriche, et avant tout de M. le Professeur Pernter et de M^{me} Pernter, l'accueil le plus pressé et le plus cordial.

§ 2. — Physique

Nouvel essai infructueux de liquéfaction de l'hélium. — Peu après la découverte de l'hélium, sir James Dewar annonça qu'il avait obtenu un point de rosée en comprimant de l'hélium de Bath dans un tube refroidi à l'aide d'un bain d'hydrogène liquide ; puis, la liquéfaction s'arrêtant en chemin, il reconnut que les gouttelettes observées étaient dues à une petite quantité de néon, dont l'hélium n'avait pas été entièrement débarrassé.

Le Professeur Olszewski, dont les premiers essais de liquéfaction de l'hélium sont contemporains de ceux de sir James Dewar, vient de faire, dans des conditions plus parfaites, une nouvelle tentative de liquéfaction, restée également infructueuse, malgré le refroidissement réalisé, qui dépasse tout ce qu'on avait obtenu jusqu'ici.

L'hélium, préparé en partant de la thorianite de Ceylan, le nouveau minéral très riche en hélium étudié par sir W. Ramsay¹, était d'abord soumis à un refroidissement intense par compression dans un bain d'hydrogène solide, de manière à réaliser la séparation complète des gaz étrangers. Après cette opération, sa densité, égale à 3,99 (0 = 16), indiquait qu'effectivement le gaz était pratiquement pur.

Pour les essais de liquéfaction, le Professeur Olszewski a pu disposer de 300 centimètres cubes d'hélium, qu'il comprimait jusqu'à 180 atmosphères, et refroidissait à -259° (14° absolus), dans un bain d'hydrogène

commençant à se solidifier sous la pression de 50 millimètres de mercure. La solidification complète de l'hydrogène était évitée, afin de permettre de voir ce qui se passait dans l'éprouvette.

Les détentes ont été faites jusqu'à une série de pressions décroissantes, qui, suivant la loi de Laplace et Poisson, devaient amener le gaz aux températures indiquées dans le tableau suivant :

PRESSIONS DE LA DÉTENTE	TEMPÉRATURES
40 atmosphères.	$-263,4 = 7,6$ abs.
20 —	$-267,2 = 3,8$
10 —	$-268,6 = 2,4$
5 —	$-269,7 = 1,3$
1 —	$-271,3 = 0,7$

Dans aucune des expériences il n'a été possible de voir la moindre trace d'un nuage ou d'une condensation.

La température d'ébullition de l'hélium, sous la pression atmosphérique, est donc à moins de 2 degrés du zéro absolu.

Le Professeur Olszewski fait suivre l'indication du résultat de son expérience, très belle quoique négative, de quelques réflexions qu'il paraît utile de reproduire textuellement :

« Nous ne pouvons pas être certains que l'on arrive jamais à liquéfier l'hélium à l'état statique, car la probabilité de cette liquéfaction diminue à mesure que la limite de sa température d'ébullition est reculée vers le zéro absolu. S'il restait impossible à l'avenir de liquéfier l'hélium, on pourrait peut-être alors démontrer, par une autre voie, qu'il est, ou qu'il n'est pas un gaz permanent. La preuve que l'hélium est un gaz permanent serait, pour la science, aussi importante que sa liquéfaction éventuelle. »

L'influence de l'ionisation sur la conductivité des cohérents. — L'effet des cohérents, comme on le sait, réside essentiellement dans la conductivité temporaire qu'acquiert une poudre métallique sous l'influence des rayons électriques qui la frappent. Cet effet ne persiste que jusqu'au moment où il est compensé par des influences étrangères.

Le mécanisme de ce processus n'étant pas encore bien élucidé, on lira avec intérêt la contribution à l'étude des cohérents que présente M. R. Thölte dans le numéro 9 des *Annalen der Physik*. L'auteur se propose de rechercher si, au-dessous de la différence de potentiel critique (c'est-à-dire au-dessous du potentiel minimum nécessaire à la production des effets du cohérent), la résistance électrique de ces dispositifs peut être réduite par quelque autre moyen, et notamment par une ionisation exaltée.

Ses expériences font voir que la résistance des cohérents diminue, en effet, de quantités appréciables sous l'influence des rayons du radium, même au-dessous du point critique. D'autre part, les oscillations électriques se manifestent dans les bobines pour des intensités bien plus faibles qu'en général, si l'ionisation a été augmentée.

La conductivité des cohérents produite par leur mise en court-circuit s'accroît de façon notable sous l'influence du radium.

On voit par là que la conductivité des cohérents dépend de deux facteurs, à savoir les vibrations électriques et l'ionisation.

§ 3. — Électricité industrielle

L'utilisation locale des chutes du Niagara. — L'utilisation des chutes du Niagara, qui a fait faire à tant de personnes, même éminentes, de si déraisonnables prophéties, vient de faire l'objet d'un très intéressant Mémoire de M. H. W. Buck à l'*Association of Engineering Societies*. Nous croyons qu'on ne saurait trop en faire ressortir l'intérêt, autant en ce qui con-

¹ Voir la *Revue* du 15 octobre.

cerne les conditions générales applicables à tous les cas que les données particulières inspirées par la situation spéciale du Niagara, que l'auteur connaît mieux que tout autre, en sa qualité de Directeur des nouvelles usines électriques. Il exprime l'opinion que, malgré les remarquables progrès faits par la transmission à grande distance, la plus grande partie de l'énergie développée est appelée à être utilisée dans un rayon de quelques kilomètres seulement autour du centre de production.

« Il ne faut pas se dissimuler que la transmission du courant électrique à grande distance est coûteuse. Considérons, par exemple, la transmission entre le Niagara et Buffalo. Le courant, à la sortie des dynamos génératrices, est amené à la tension de 22.000 volts par des transformateurs, qui, non seulement absorbent une partie de l'énergie, mais exigent une dépense non négligeable pour leur fonctionnement, leur entretien et l'intérêt du prix de construction. En en sortant, le courant suit une ligne qui subit des droits de parcours et donne lieu à des dépenses d'intérêt et d'entretien, sans compter la perte d'énergie qu'elle entraîne. Arrivé à Buffalo, le courant est de nouveau transformé pour sa distribution dans la ville. Cette distribution s'effectue par un réseau très développé de conducteurs souterrains. Cette installation donne lieu à des dépenses d'intérêt et d'entretien, et exige un personnel important pour la surveillance.

« On a constaté que la perte par transmission, entre Niagara et Buffalo, ne dépasse pas 10 %; mais il ne faut pas en conclure que l'énergie transmise ne coûte à cette dernière localité que 10 % de plus qu'au lieu de production; la différence est considérablement plus grande.

« Toutefois, même dans ces conditions, l'énergie fournie par les chutes du Niagara est amenée à Buffalo et livrée aux consommateurs à un prix moindre que celui auquel ils l'obtiendraient d'installations particulières. Mais l'économie n'est pas le seul point à considérer. La suppression des machines et des chaudières dans les fabriques touche à diverses questions qui créent des conditions commerciales nouvelles. Lorsque l'entreprise du Niagara débuta, on prévoyait déjà le fonctionnement des usines de New-York par l'énergie développée par les chutes. Dans l'état actuel de l'industrie électrique, cette possibilité n'est guère que théorique, car le travail transmis à une pareille distance par nos moyens actuels ne pourrait lutter comme prix avec le travail fourni par la vapeur. En théorie, on peut envoyer l'énergie du Niagara à San Francisco, mais le prix serait prohibitif.

« Les industries ont intérêt à se grouper près des chutes pour avoir l'énergie à bon marché; autrement dit, il est préférable d'aller à l'énergie que de la faire venir.

« Il y a toutefois une exception à cette manière de considérer les choses, exception qui se présente dans le cas des tramways et des chemins de fer. On peut admettre que le rayon où la force peut être utilement transmise pour cette application peut atteindre 100 à 200 kilomètres. Les conditions sont particulièrement favorables à la transmission à grande distance; en effet, ces entreprises emploient l'énergie sur une grande échelle, et, pouvant poser les conducteurs sur leur propre domaine, n'ont pas de droit de passage à payer. D'ailleurs, l'électricité peut lutter plus facilement avec la vapeur utilisée dans les locomotives qu'avec les machines fixes.

« Actuellement, l'énergie distribuée par la *Niagara Falls Power Company* peut se diviser en trois catégories :

« 1° Le service local, comprenant les industries électrochimiques et autres, comprises dans les limites de la ville de Niagara Falls. Cette partie représente, pour le moment, un total d'environ 45.000 chevaux, répartis entre trente fabriques, ce qui fait une moyenne de 1.500 chevaux pour chacune. Les plus gros consom-

mateurs sont les usines électrochimiques, qui emploient le courant soit à l'électrolyse, soit à la production de hautes températures par le four électrique;

« 2° Le service canadien, auquel le courant arrive par les conducteurs qui suivent le pont métallique en arc, et qui comprend diverses industries et chemins de fer électriques au Canada jusqu'à Sainte-Catherine. La consommation de courant est faible actuellement; on ne peut guère l'évaluer qu'à 2.000 chevaux, mais on peut la considérer comme le début d'un important développement industriel de la rive canadienne du fleuve, développement qui ne peut manquer de se produire d'ici à quelques années;

« 3° Le service à longue distance, vers Buffalo, Tonawanda, Lockport et Olcott, qui absorbe actuellement un total de 30.000 chevaux. A Buffalo, on emploie environ 24.000 chevaux, répartis entre un nombre considérable de consommateurs qui emploient l'énergie électrique pour toutes sortes d'usages. Dans ce chiffre est comprise la partie qui correspond à la traction sur le réseau de tramways de Buffalo et à l'éclairage de la ville.

« A Tonawanda, on emploie 4.000 chevaux pour les tramways, l'éclairage et diverses applications comme force motrice. A Lockport, la consommation s'élève à environ 6.000 chevaux, employés pour les tramways et divers autres usages. A Olcott, 500 chevaux servent au fonctionnement d'une des sous-stations de l'*International Railway Company*. Cette sous-station est située à 63 kilomètres des chutes; c'est actuellement la plus grande distance à laquelle l'énergie du Niagara est transmise. Tout le service des marchandises de l'*International Railway*, entre Olcott et Tonawanda, se fait par des locomotives électriques recevant le courant du Niagara.

« Ces quelques détails suffiront pour donner une idée de l'état actuel des applications de l'énergie des chutes. On doit le considérer comme un début. En Amérique, on a vu, dans certains endroits, de grandes villes sortir pour ainsi dire du sol pour des raisons bien moins importantes que les conditions que crée le voisinage du Niagara. La contrée dont il s'agit est un point de rencontre de lignes de chemins de fer de premier ordre, un centre considérable de population et un champ illimité pour l'établissement économique d'industries diverses; c'est, de plus, le terminus oriental du trafic des Grands Lacs. Si l'on arrive à creuser le lit du Niagara, le trafic s'étendra jusqu'au pied même des chutes, profitant d'une ligne de docks et d'entrepôts de 30 kilomètres de longueur. Un jour viendra où s'étendra, de Buffalo aux chutes, une ville manufacturière ininterrompue, sans cheminées ni fumées, triomphe de la puissance du Niagara. »

§ 4. — Zootechnie

La production du bétail français et la consommation de la viande. — La richesse de la France en bétail continue de s'accroître: c'est un phénomène réjouissant pour l'avenir de l'agriculture, en même temps qu'il laisse prévoir un développement du bien-être par suite de la baisse possible du prix de la viande.

La dernière statistique agricole publiée par le Ministère de l'Agriculture, et qui se rapporte à l'année 1903, renferme d'intéressants tableaux décennaux. C'est ainsi que, de 1894 à 1903, l'effectif des bêtes à cornes a progressé d'une façon continue, passant de 12.879.240 à 14.105.090. Et encore faut-il noter un fléchissement assez considérable par rapport à l'année 1902, qui avait enregistré un maximum de 14.928.550. La progression de l'espèce porcine est plus forte encore, surtout dans les dernières années: pendant la même période, le nombre de ces animaux s'est élevé de 6.038.372 à 7.560.650. Le nombre des moutons témoigne, au con-

¹ *Economiste français* des 5 novembre et 3 décembre 1903, 12 août 1905.

traire, d'une diminution constante, s'abaissant, au cours de la décade, de 20.721.850 à 17.954.230. Le sens de ces mouvements se poursuit, d'ailleurs, depuis le commencement du XIX^e siècle, comme en témoigne le tableau complémentaire suivant, dressé par M. de Foville :

ANNÉES	ESPÈCE BOVINE	ESPÈCE OVINE	ESPÈCE PORCINE
		(millions de têtes)	
1812	8	27	3,7
1840	12	32	4,9
1862	13	29	6
1882	13	24	7
1892	12,5	21	6
1902	14,9	18	7,5

Ces fluctuations ont des causes générales; elles agissent dans le même sens par toute l'Europe. Devant la concurrence des pays neufs, tels que l'Australie, la Nouvelle-Zélande, la République Argentine, ainsi que devant la généralisation des cultures de plantes alimentaires et industrielles, nécessitée par l'accroissement de la population, les troupeaux ovins ont partout diminué en Europe, les agriculteurs leur préférant les espèces bovine et porcine, plus rémunératives, et, en ce qui concerne le mouton, s'attachant aux races à viande, de préférence aux races à laine, tombées en défaeur devant la dépréciation profonde et continue de ce textile. La récente hausse du prix de la laine n'est imputable qu'à la diminution de la production australienne. C'est qu'en effet, à la suite de sécheresses terribles, l'Australie a vu le chiffre de ses troupeaux de moutons tomber de 106 millions de têtes, en 1892, à 54 millions en 1903. Cette période de sécheresse est maintenant terminée, les pâturages se reconstituent, et tout porte à croire que cette colonie reprendra sur le marché lainier sa prépondérance d'il y a quelques années. La chose est d'autant plus nécessaire que les deux pays qui viennent au second rang pour les exportations de laine, la République Argentine et l'Uruguay, imitent l'Europe et tendent à restreindre leurs envois de ce textile, attirés par les larges débouchés que les villes anglaises offrent à la viande de mouton, expédiée par bateaux frigorifiques.

L'espèce bovine a non seulement gagné en nombre, mais encore elle s'est améliorée en qualité : le poids moyen des animaux a notablement augmenté, surtout le poids utile, et la sélection a produit des types magnifiques, adaptés aux usages que l'on veut en tirer et même aux goûts nationaux : tandis que le bœuf français présente à son *verso* — suivant l'expression de M. de Foville — d'opulentes rotundités, destinées à la confection de notre pot-au-feu, le bœuf anglais développe surtout ses aloyaux.

Les porcs étant nourris principalement avec les déchets de la ferme, leur effectif a suivi le développement de la vie agricole, d'autant plus que leur viande forme un appoint important dans la consommation des grandes villes; mais la concurrence américaine a produit, à certains moments, des fluctuations.

Aujourd'hui, grâce à l'élévation considérable des droits de douane sur le bétail, inscrits dans les tarifs de 1892 et plus que doublés en 1903, la concurrence étrangère est impossible; seules, l'Algérie et la Tunisie nous fournissent des contingents d'une certaine importance.

Le tableau ci-dessous montre que notre consommation en viande n'a pas suivi la même progression que l'effectif du bétail :

Consommation moyenne par tête, en kilogrammes.

ANNÉES	POPULATION urbaine	POPULATION rurale	POPULATION totale
1812	"	"	17
1840	"	"	20
1862	53,6	18,6	26
1882	64,6	21,9	33
1892	58,1	26,2	35
1902	"	"	35,5

Les habitants des villes ont donc réduit leur consommation de viande¹, et, si celle-ci a augmenté dans les campagnes, la moyenne totale ne nous place qu'au 6^e rang après l'Australie (149 kilogs), la Nouvelle-Zélande (96), les Etats-Unis (68), l'Angleterre (25), l'Allemagne (45). Dans un pays comme le nôtre, où l'aisance s'est certainement développée depuis un demi-siècle et qui compte d'excellentes régions d'élevage, un pareil chiffre de consommation est faible; la raison principale doit en être cherchée dans le maintien des hauts prix, entretenus par des droits d'entrée qui n'ont cessé de s'élever et auxquels viennent encore s'ajouter de lourdes taxes d'octroi. Tandis que nous importons 15 à 20.000 têtes de gros bétail, un million et demi de moutons, 5 à 6.000 porcs et quelques millions de kilogs de viande fraîche ou salée, l'Angleterre, qui n'a pas de droits d'entrée sur ces matières, fait venir un million de tonnes de viande, morte en grande partie, qu'elle reçoit d'Australie et d'Amérique. Et, grâce à cet apport, le mouton argentin peut se vendre à Londres de 1 fr. à 1 fr. 20 le kilog. et la consommation moyenne de viande s'élève à 24 kilogs 6 par tête d'habitant.

P. Clerget.

§ 5. — Physiologie

La question des localisations cérébrales. — Au dernier Congrès de Psychologie, qui s'est tenu à Rome, on a beaucoup discuté sur la « physiologie des localisations cérébrales », question fort importante puisqu'elle est le pivot de toute une doctrine. Les physiologistes et les cliniciens enseignent que des lésions des îlots de la surface cérébrale doivent provoquer des troubles ou des paralysies bien délimitées et qu'il existe des zones motrices et des zones sensorielles bien définies.

Pourtant, depuis quelques années, la Physiologie cérébrale, ne fut-ce qu'en ce qui concerne les lésions des aphasiques, nous montre que le problème n'est pas aussi simple. Aussi bien la doctrine des localisations cérébrales fut-elle ardemment discutée au Congrès de Rome.

C'est le Dr Sciamanna, de Rome, mort récemment, qui attaqua expérimentalement cette question dans sa communication sur « les fonctions psychiques de l'écorce cérébrale ». Selon les idées courantes, on admet une relation étroite entre telle donnée intellectuelle, tel phénomène psycho-physiologique et l'intégrité d'une région bien délimitée de la topographie crânienne. D'après le Professeur Flechsig, de Leipzig, qui parla au Congrès sur « la physiologie du cerveau et les théories de la volonté », il existerait sur la surface cérébrale des zones qui seraient des centres d'idéation; en d'autres termes, les fonctions psychiques seraient rattachées d'une façon particulière à une région déterminée du cerveau. De plus, on admet que chaque lobe cérébral a une fonction prédominante particulière. Ainsi, les lobes antérieurs frontaux et préfrontaux seraient le siège de toute l'intelligence. Cette tendance phrénologique cérébrale a fait pousser cette exclamation au Dr Mœbius : « *Gall redivivus!* ». Le front olympien indiquerait donc encore une belle qualité cérébrale.

Selon Flechsig, le cerveau frontal aurait des rapports très étroits avec la formation du sentiment du moi, donc de la conscience, de même qu'avec la formation des notions abstraites. A cette opinion, le savant italien réplique que les zones d'association de l'écorce cérébrale de Flechsig ne doivent pas être considérées comme des centres intellectuels supérieurs, mais plutôt comme des centres d'enregistrement, des impressions. On peut les

¹ On explique cette diminution par l'accroissement de la consommation des boissons alcooliques. Il nous semble, à l'inverse, plus juste de croire qu'avec la viande à plus bas prix et, d'une façon générale, l'alimentation moins chère, l'ouvrier, mieux nourri, subirait moins l'attrait des boissons alcooliques.

envisager comme des points nodaux destinés à dévier les courants intracérébraux, qui renseignent et qui ont comme point de départ l'activité des centres sensoriels. Selon M. Sciamanna, le lobe frontal n'aurait pas plus d'importance que les autres zones d'association.

En 1894, un psychologue italien, M. Bianchi, avait fait des expériences sur des Singes, et il avait admis que les lobes frontaux participent aux plus hautes fonctions cérébrales; en 1900, il conclut que ces mêmes lobes servent à la fusion consciente de deux formes de l'activité intellectuelle : l'émotivité corporelle et la critique intellectuelle. Les lobes frontaux seraient, en somme, le siège de la direction de l'individu dans le milieu social.

Les expériences récentes de M. Sciamanna, faites sur des Singes, n'ont pas donné les mêmes résultats. Deux animaux, chez lesquels les lobes frontaux ont été extirpés, continuent à vivre, ayant les mêmes habitudes qu'auparavant; ils ont les mêmes tendances individuelles instinctives et ils conservent les mêmes aptitudes à l'éducation. Les lésions expérimentales n'ont pas changé leurs fonctions intellectuelles, ni leur personnalité. Les lobes frontaux, d'après cet expérimentateur, ne doivent donc pas être considérés comme le siège des fonctions intellectuelles supérieures. Pour lui, l'intelligence est le résultat du travail du cerveau entier, fonctionnant harmonieusement et d'une manière régulière. Les troubles produits par des lésions partielles sont dus aux troubles provoqués dans cette harmonie, et nullement à ce que telle région de l'encéphale serait le siège de l'intelligence.

Il est difficile de se prononcer sur ces conclusions, car l'expérimentation est bien difficile dans ce domaine. Et, comme le fait remarquer judicieusement M. Vassichide, les lésions expérimentales sont faites souvent d'une manière grossière; puis, la délimitation des régions opérées n'est qu'une convention d'anatomie descriptive. D'autre part, les rapports sont bien obscurs entre la race des animaux et les conséquences des traumatismes. Enfin, les chirurgiens racontent qu'en opérant des abcès cérébraux, on peut extirper sans danger un peu de la substance cérébrale. Dans l'état de nos connaissances actuelles, il nous semble donc difficile de parler des localisations définitives de l'intelligence. Et, lorsqu'on demande à M. Sciamanna son avis sur le siège de la « conscience », il répond qu'il ne sait pas comment étudier la « conscience » chez les singes. Là est la difficulté.

§ 6. — Sciences médicales

La tuberculose et l'habitation urbaine. —

M. Lucien Graux vient de publier une étude sur les rapports de la tuberculose et de l'habitation insalubre à Paris, dont les conclusions devraient bien empêcher la construction de ces casernes, de ces « boîtes à loyer », si fréquentes à Paris, où les gens sont entassés les uns sur les autres, où l'air manque, où le soleil ne pénètre pas. D'après l'auteur, sur 80.000 maisons à Paris, 32.000 sont insalubres. Les habitants des premiers étages (1^{er}, 2^e, 3^e) paient à la tuberculose un tribut très considérable, plus considérable certainement que les habitants, cependant plus pauvres, des 4^e, 5^e, et 6^e étages. M. Graux insiste, chiffres en mains, sur l'importance de la lumière, de l'air, et il demande la limitation à deux ou trois étages de la hauteur des maisons; ainsi, ces étages bien aérés et bien ensoleillés redeviendraient salubres. Et puis, il faudrait aussi envoyer à la campagne la plupart des petits Parisiens, pour les retremper et les revivifier, pour les purger, en tout cas, de l'air méphitique qu'ils respirent : les chiffres ne démontrent-ils pas qu'alors que la tuberculose provoque, par an, à Paris, 51 décès par 10.000 habitants, les 18.000 enfants assistés envoyés en province n'ont présenté que

15 tuberculeux? Ces chiffres disent éloquentement combien il reste encore à faire aux pouvoirs publics dans la lutte contre la tuberculose.

Dysostose cléido-cranienne héréditaire. —

Sous ce nom, M. Pierre Marie a décrit, il y a quelques années, une dystrophie singulière, caractérisée par l'absence partielle des clavicules, un retard dans les soudures des fontanelles, le développement exagéré du diamètre transversal du crâne, enfin par la transmission héréditaire de cette malformation congénitale. Les observations de ce genre sont encore assez peu nombreuses dans la science médicale. Cependant, les exemples qui en ont été publiés sont très caractéristiques.

MM. Maurice Villaret et Louis Francoz ont présenté récemment à la Société de Neurologie une famille composée de quatre membres, la mère et trois enfants, atteints tous les quatre de dysostose cléido-cranienne. Dans ces cas, la clavicule présentait deux fragments, un externe et un interne, réunis par du tissu fibreux ou par une pseudarthrose. Chez la mère, la malformation clavculaire est unilatérale, fait très rare. Chez le dernier né de la famille, on n'aperçoit pas d'anomalie clavculaire. M. Pierre Marie avait déjà noté que l'affection était moins caractérisée chez les derniers nés.

Cette disposition singulière des clavicules n'est guère apparente à l'état de repos; mais, lorsqu'on rapproche les épaules du malade en avant, on peut arriver à mettre les moignons des deux épaules presque en contact.

On ne peut faire que des hypothèses sur l'origine de cette malformation, qui, d'ailleurs, n'est pas incompatible avec un bon état de santé.

MM. Maurice Villaret et Louis Francoz ont consacré une étude d'ensemble riche en bibliographie et en illustrations à tous les cas de dysostose cléido-cranienne connus jusqu'à ce jour. (*Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière*, n° 3, 1905.)

§ 7. — Géographie et Colonisation

L'Indo-Chine française et ses chemins de fer¹. —

La sécurité dont bénéficie, à l'heure présente, notre grande colonie d'Asie nous permet de songer désormais à l'œuvre économique. Malgré la fâcheuse répercussion de la baisse du métal-argent sur le taux de change de la piastre et la mauvaise récolte de riz de 1903, le budget de cette même année s'est encore soldé par un excédent de plus d'un million de piastres. Deux grandes améliorations sont indispensables. C'est d'abord le développement des travaux d'irrigation, si importants dans un pays surpeuplé, comme les régions deltaïques, qu'un climat extrêmement variable expose à la disette et même à la famine. Or, ce qui a été fait jusqu'ici est peu de chose, et la raison en est que, faute de ressources et de personnel, un Service indispensable d'Hydraulique agricole n'a pu encore être constitué. Cependant, des enquêtes préliminaires ont été faites, desquelles il résulte que le système du barrage des cours d'eau et de l'irrigation par simple gravité ne peut être employé qu'exceptionnellement; de plus, l'indigène préférant se passer d'eau plutôt que de la payer, il ne reste comme possible que l'irrigation entreprise par l'Etat, au moyen de canaux alimentés par des usines élévatoires. C'est seulement lorsque ces projets seront en voie de réalisation que l'on pourra se tourner vers les cultures industrielles, qui attireront non seulement le colon européen, mais encore le cultivateur indigène.

Sans oublier l'importance des autres Services agricoles, et aussi celle du Service des Mines, qui vient à peine d'être organisé et de commencer ses explorations, nous ne retiendrons, parmi les nombreux projets du Ser-

¹ L. GRAUX : *Progrès médical*, 1905, et brochure, 1905. Paris, Rousset, éditeur.

¹ *Bulletin du Comité de l'Asie française*, octobre 1904.

vice des Travaux publics, que ce qui concerne les chemins de fer, la seconde grande amélioration, indispensable à l'essor économique de notre colonie. On sait qu'en vue de l'exécution d'un réseau ferré indo-chinois, une loi du 25 décembre 1898 a autorisé un emprunt de 200 millions de francs, dont 80, qui restaient encore à réaliser, viennent de l'être ces jours-ci. Les lignes projetées étaient : Haiphong à Hanoi et à Laokay; Hanoi à Vinh; Saigon au Langbian; Tourane à Hué et à Quangtri; Mytho à Cantho. La difficulté des études préliminaires et celle, plus grande encore, du recrutement de la main-d'œuvre ont amené des retards qui ne sauraient surprendre. A l'heure actuelle, tous les chantiers témoignent d'une grande activité, et l'on pourra se rendre compte, par notre croquis (fig. 1), que les voies en exploitation forment déjà un réseau important.

Le tracé prévu par la loi de 1898 s'inspirait naturellement de la route mandarine, qui suit le littoral de la mer; deux raisons importantes viennent de nouvelles études d'un autre côté. C'est d'abord qu'en cas de guerre, la ligne côtière ne présenterait aucune sécurité pour la défense de notre colonie, et qu'en second lieu il est de toute nécessité d'assurer notre pénétration dans la vallée du Mékong, soumise depuis plus de dix ans à notre influence politique et soustraite en fait à notre action, et cela d'autant plus que le dernier traité franco-siamois, entré en application au 1^{er} janvier dernier, nous autorise à faire passer notre voie ferrée sur la rive droite de ce fleuve. A la suite du traité de 1893, les Siamois, refoulés vers l'Ouest, ont drainé vers la vallée de la Ménam la population et le bétail, dont les vastes terrains de culture abandonnés restent les lamentables vestiges de leur départ, de sorte que la vallée du Mékong est actuellement pauvre et dépeuplée; toutes les entreprises que peut y tenter actuellement la colonisation se heurtent, d'une part, à l'impossibilité de trouver de la main-d'œuvre, et, d'autre part, à l'absence de moyens de communication. Un bief navigable de 400 kilomètres, desservant des régions très fertiles et des marchés importants, est inutilisable pour le commerce à cause des rapides qui barrent le Mékong entre ce bief et la mer. Il est donc indispensable de lui donner un débouché. De récentes études viennent justement de montrer la possibilité

d'une ligne Saigon-Ha-Tinh par le col de Dam-Phka, Oubon, Savannaket et le col de Mengia: ce tracé aurait, en outre, l'avantage de se souder facilement aux lignes siamoises dont le développement remarquable doit être pour nous un stimulant. Il nous resterait encore à parler de nos projets de pénétration en Chine, si nous ne nous réservions d'y revenir prochainement dans une note consacrée au réseau ferré de ce dernier pays.

P. Clerget.

§ 8. — Enseignement

L'Éducation en Chine. — Le règlement de l'Instruction publique, dont la revision avait été confiée, le

29 juin 1903, à Tchang-Tchi-Toung et aux deux Chanceliers de l'Université de Pékin, vient d'être mis à jour. Il forme cinq volumes, dont on peut extraire quelques détails intéressants.

L'instruction du Chinois, commencée à l'école primaire à l'âge de sept ans, dure vingt-six années, soit cinq ans à l'école primaire simple, quatre à l'école primaire supérieure, cinq à l'école moyenne, trois à l'école supérieure, quatre à l'Université et cinq au Collège des hautes études. Il en résulte que le Chinois lettré, qui a suivi assidûment toutes ses classes, termine ses études à l'âge de trente-trois ans.

L'étude des langues étrangères ne commence qu'à l'école

moyenne, quand l'élève entre dans sa seizième année. L'anglais et le japonais sont obligatoires; le français, l'allemand, le russe facultatifs.

L'école primaire est gratuite et non obligatoire. Les autres écoles sont également facultatives.

Les frais généraux sont à la charge des autorités, les élèves ne payant de rétribution qu'à partir de l'école moyenne.

Dans toutes les écoles, l'instruction est confucianiste et la fidélité envers l'empereur et la dynastie fait partie du programme.

Le règlement ne dit rien des écoles de filles, ou plutôt il dit que les mœurs chinoises ne permettent pas pour le moment d'ouvrir des écoles de filles, et il émet la crainte que des jeunes filles trop instruites ne veuillent prendre la liberté de se choisir un mari et de se soustraire à l'autorité de leurs supérieurs: mari, père, mère, beau-père et belle-mère.

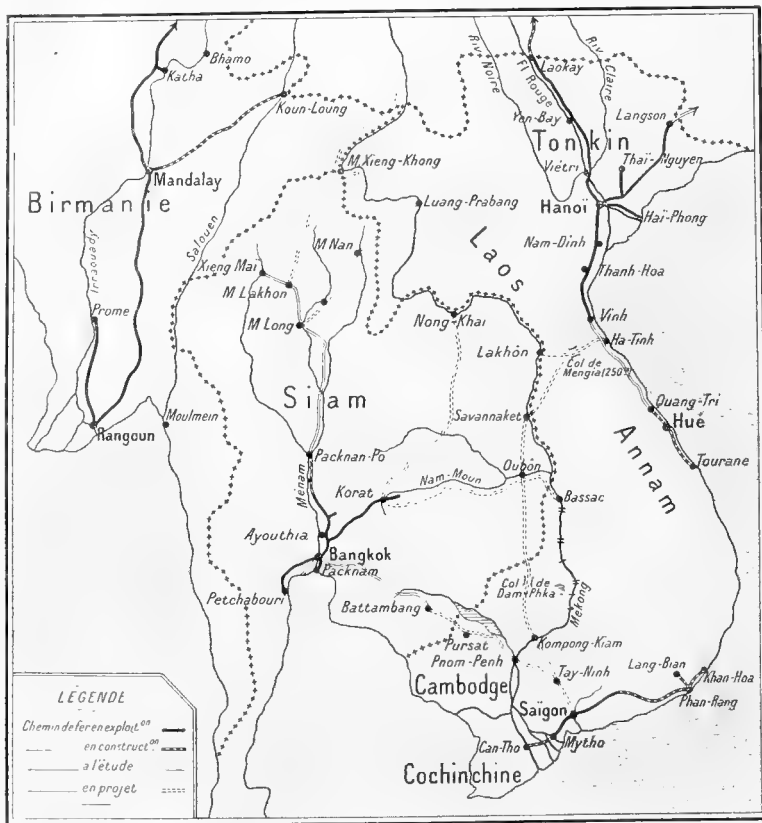


Fig. 1. — Chemins de fer de l'Indo-Chine.

F. Borremans del.

LE PROBLÈME OU LE PRÉJUGÉ DES RACES

Si l'on veut aborder la comparaison entre les races humaines, il faut que ce soit sans parti pris, sans idée préconçue, à la manière des vrais savants, qui, lorsqu'ils étudient un problème, le considèrent en soi, tâchant d'oublier leur nationalité, leur époque, leurs sentiments personnels. C'est ce qu'on appelle être *objectif*. A se laisser entraîner par la passion, du moment, ou par des tendances intéressées, on est conduit aux plus fatales erreurs.

Il est impossible, cependant, de ne pas se rendre compte de l'acuité, toute actuelle, de cette grave question. Aussi peut-on prendre sans peine le rôle de prophète en annonçant que les conflits de races seront parmi les plus difficiles problèmes mondiaux que le xx^e siècle aura à résoudre. Mais, plus il est redoutable, ce problème, plus on doit l'analyser avec sang-froid et impartialité.

I

Tout d'abord, il faut s'entendre sur ce que signifient exactement le mot espèce et le mot race. A première vue, cela est tout simple; mais, comme il arrive toujours, on a beaucoup de peine à préciser les mots, quand on en scrute un peu profondément le sens.

Il existe des espèces franchement isolées de toutes les autres, de telle sorte que les transitions, les chaînons intermédiaires apparaissent mal. Ainsi l'éléphant, par exemple; ainsi la girafe; ainsi l'homme.

L'espèce humaine constitue une unité tellement forte qu'il n'y a pas d'incertitude ni d'hésitation sur ses limites. Quelque convaincu qu'on puisse être de l'origine animale de l'homme, on est forcé de reconnaître qu'il y a un fossé profond entre le premier des singes et le dernier des hommes, et ce ne sont pas les chétives reliques du *Pithecanthropus erectus* qui pourront changer l'opinion unanime.

Ce qui est vrai pour l'espèce humaine n'est pas vrai pour d'autres espèces vivantes, dont les limites sont fuyantes, incertaines. On cite de nombreux exemples de passages graduels d'une espèce animale (ou végétale surtout) à une autre, sans que se puisse, par l'examen des individus divers, saisir le moment précis où commence telle espèce et où finit telle autre. L'infécondité des croisements ne peut même pas être considérée comme un caractère distinctif absolu. Pour n'en mentionner qu'un cas, classique, on sait que le lièvre et la lapine peuvent s'accoupler, et que les produits de cette union (léporides) sont féconds.

Ce que nous disons des espèces voisines s'applique avec beaucoup plus de force encore aux races voisines. Races, ou variétés, ou sous-variétés d'une même espèce ne sont que des classements assez incertains, et souvent toutes les transitions s'observent, presque insaisissables. Comme on l'a dit il y a longtemps, il n'y a pas d'espèces; il n'y a que des individus. Cet axiome est plus vrai encore pour les races, qui sont des groupements, plus ou moins homogènes, parfois tellement voisins que toute délimitation est arbitraire. Tantôt il y a entre deux variétés de telles différences qu'on est tenté de les appeler deux espèces distinctes; tantôt il est de telles similitudes que les botanistes (ou les zoologistes) hésitent à créer une variété nouvelle pour quelques caractères peut-être accidentels, en tout cas accessoires.

A vrai dire, cela n'a pas grande importance, si les mots d'espèce et de race, qu'il faut conserver à cause de la facilité qu'ils donnent à une classification méthodique, ne nous induisent pas en fétichisme. Groupements assez homogènes; très séparés des groupements plus homogènes encore, qui sont moins séparés des autres; nous appelons les premiers des espèces, et les autres des races; de sorte que, parfois, on hésitera à savoir si les deux êtres qu'on a devant soi appartiennent à deux races (ou deux variétés) différentes d'une même espèce, ou constituent deux espèces différentes. C'est affaire de classification. Les zoologistes et les botanistes d'aujourd'hui soumettent à révision les délimitations d'espèces faites par leurs devanciers, et il est bien probable que les nouvelles démarcations qu'ils donnent seront révisées aussi par leurs successeurs.

Mais, par le fait même qu'il y a des transitions, des passages, cela n'implique pas la négation de l'espèce ou de la race: cela signifie seulement que nos classements n'ont rien d'absolu.

Quoi qu'il en soit, pour l'espèce humaine, il n'est pas de doute. Elle est une, et aucune confusion ne peut être établie entre un individu de l'espèce humaine, et tout autre être vivant.

Sur ce point, nulle contestation n'est possible. Mais, une fois la question de l'espèce humaine résolue, il reste la question des races humaines.

II

On ne parlera pas ici de l'origine unique ou multiple de l'homme (polygénisme ou monogénisme). Car, de fait, les questions d'origine sont insolubles.

Mieux vaut étudier les races humaines, telles qu'elles sont, et voir s'il y a des différences assez caractéristiques pour constituer des variétés humaines (ou des races) distinctes.

Deux méthodes peuvent être employées, ou deux points de vue considérés : la méthode anatomique, ou la méthode physiologique. Or, quand il s'agit de classification, la Physiologie (ou la Psychologie) ne donne que des renseignements insuffisants, menant à l'erreur. Le classement des êtres se fait par la structure et non par la fonction de leurs organes. Il s'agit donc de savoir si la structure des divers êtres humains peut se ramener à un certain nombre de types.

Il paraîtra, sans doute, assez étonnant qu'on soulevé cette question, qui paraît d'emblée tout à fait résolue, dès qu'on regarde à côté l'un de l'autre un Nègre, un Chinois et un Européen ; mais, récemment, un livre remarquable¹ a paru, qui conteste précisément cette diversité des races humaines. Il me semble donc opportun d'examiner jusqu'à quel point est fondée l'opinion de M. J. Finot, qui combat l'idée classique des races humaines différentes.

Son principal argument, ou, pour mieux dire, son unique argument, est qu'entre les divers individus humains on trouve des formes de transition telles que toute démarcation est impossible. Quelle que soit la mesure qu'on adopte, couleur de la peau, forme des cheveux, prognathisme, angle facial, volume du cerveau, il existe une chaîne, qui n'est pas interrompue, entre les divers individus de toutes races, de sorte que la limitation d'une race humaine caractérisée n'existe pas.

Mais il semble bien que ce raisonnement, si vaillamment soutenu par M. Finot, ne soit en somme qu'un sophisme renouvelé des Grecs. Épistrate n'est pas chauve ; si je lui arrache un cheveu, il ne le sera pas davantage ; et ce n'est pas pour un cheveu de moins que je le rendrai chauve. Donc, si j'enlève un à tous les cheveux d'Épistrate, Épistrate ne sera jamais chauve ; car il sera impossible de dire à quel moment, en lui arrachant un cheveu, je l'aurai rendu chauve.

Le défaut de transitions sensibles entre les choses ne fait pas que les choses ne sont pas différentes. Si je mets une goutte d'encre dans 10 litres d'eau, je ne pourrai distinguer cette eau d'une eau absolument limpide. Mais si, dans un autre vase de 10 litres, je verse deux gouttes d'encre, peut-être verrai-je quelque nuance. En tout cas, il n'y aura pas de différence appréciable entre le vase A, qui a une goutte d'encre, le vase B, qui en a deux, et le vase C, qui en a trois ;

et ainsi de suite. Finalement, au millième vase, qui aura reçu mille gouttes d'encre, il y aura une teinte tellement foncée que je serai forcé de le séparer nettement du vase A, qui est incolore : et cependant, à aucun moment, le vase qui a une goutte d'encre de plus ne sera différent du vase précédent.

Il en est de même pour la couleur de la peau humaine. Entre le plus blond des Scandinaves et le plus noir des Éthiopiens, on pourrait, en cherchant bien, trouver neuf cent quatre-vingt-dix-huit individus dont la peau, par transitions insensibles, passe du blanc rose au noir d'ébène : cela ne prouvera en aucune manière que le noir et le blanc, aux deux limites de l'échelle, ne seront pas de très différente couleur.

Qu'il me soit permis de prendre, en tout respect, une comparaison avec des êtres qui me sont très familiers, et qui, eux aussi, quoique appartenant à une espèce unique, sont divisés en très nombreuses races : je veux parler des chiens.

Le nombre des races, variétés ou sous-variétés de chiens est considérable : lévriers, griffons, caniches, loulous, dogues, terre-neuves, épagneuls, boule-dogues, terriers, braques, bassets, carlins, dingos, levrettes, chiens de berger, chiens de montagne, etc. Or, jamais, s'il s'agit de races pures, un individu, même incompetent, n'hésitera à ranger tel ou tel chien parmi l'une ou l'autre de ces races ; car il n'est vraiment pas possible de confondre un basset et un épagneul, plus qu'une levrette et un caniche.

Mais, de fait, il en est tout autrement ; les chiens errants que l'on rencontre dans les rues sont tellement mâtinés, par la confusion de leurs vagabondes amours, que souvent il est impossible de dire à quelle variété de chiens on a affaire. Assurément il est des caractères bien tranchés qui permettent de dire à peu près caniche, ou basset, ou épagneul, ou lévrier, ou boule-dogue, etc. Mais souvent on est forcé de dire chien mâtiné, sans pouvoir indiquer avec précision à quelle variété il appartient.

Malgré tous ces mélanges, les caractères distinctifs des races canines sont assez marqués pour qu'on puisse toujours trouver pour un chien quelconque une désignation suffisante. Il semble que le hasard des naissances chez les chiens tende à les ramener toujours à un certain nombre de types : type dogue, type caniche, type loulou, type épagneul, type terre-neuve, etc.

Les multiples et fortuits croisements entre les races les plus diverses, au lieu de ramener les chiens à un type unique, tendent plutôt, à ce qu'il m'a semblé, à les faire revenir aux types bien définis des grandes races caractéristiques.

Même entre les principales races ou variétés

¹ *Le Préjugé des Races*, par Jean Finot. Paris, Alcan, 1905.

il existe de grandes dissemblances. Voici, par exemple, les griffons, qui ont au moins trois sous-variétés bien distinctes : le petit griffon écossais à poil soyeux; le grand griffon, chien de berger, à poils rudes, et le griffon, de taille moyenne, à poils frisés, ou barbet, bien différent du caniche, dont le museau est allongé.

Chaque variété de chien comporte des sous-variétés multiples, et assez bien tranchées chez les individus qu'on prend pour types. Comme les griffons, les lévriers, les boule-dogues, les braques peuvent être subdivisés les uns et les autres en nombreuses sous-variétés, etc.

En somme, si l'espèce *chien* est bien délimitée, les variétés le sont moins; les sous-variétés moins encore; et l'on arrive, en fin de compte, de groupement en groupement, de l'espèce à la variété, de la variété à la sous-variété, jusque à l'*individu* qui, par certains caractères, diffère certainement de ses congénères.

III

Voici où je veux en venir. Le fait que les races de chiens sont très mélangées ne prouve aucunement qu'il n'existe pas de races de chiens bien distinctes. Je puis montrer quelque hésitation à déclarer si le chien qu'on me présente est un épagneul ou un caniche, parce qu'il a quelques caractères du caniche et quelques caractères de l'épagneul, mais cela ne prouve nullement qu'il n'y a ni une race d'épagneuls, ni une race de caniches.

De même pour les races humaines. Parce qu'il existe des mulâtres, des quarterons, et des croisements à tous degrés entre nègres et blancs, avec tous les groupements intermédiaires qu'on pourra imaginer, cela ne doit pas nous faire émettre cette conclusion, vraiment un peu étrange, qu'il n'y a pas de race noire, ni de race blanche. Tous les arguments des philosophes ne valent pas le simple bon sens, qui distingue à première vue le nègre et le blanc.

Il n'y a pas seulement le bon sens, il y a aussi l'anatomie. En fait de classification, on avouera que l'anatomie a voix au chapitre. Or l'anatomie n'a pas d'hésitation à séparer les nègres des blancs. La forme du crâne, la dimension du crâne, et par conséquent le volume du cerveau, la disposition des circonvolutions cérébrales, l'angle facial, le prognathisme, le pigment de la peau, la structure des cheveux, la forme des muscles, la configuration du nez, des lèvres, des oreilles, des organes génitaux, de la main, du pied, tout est dissemblable.

Bien entendu, il n'est pas question ici de savoir comment ces caractères différenciels ont pris naissance. L'anatomiste classificateur ne se préoccupe

guère de l'origine des faits anatomiques qu'il étudie. Quand il sépare les Ammonites en différentes espèces ou variétés, d'après les ornements de leurs volutes, le paléontologiste ne se demande pas quelle a été la cause de ces ornements; il les constate, et cela lui suffit pour établir des caractères spécifiques. De même, nous n'avons pas, pour différencier les blancs, les jaunes et les noirs, à chercher la cause des variations de leur crâne et de leur pigment cutané; nous constatons ces distinctions : elles sont profondes, héréditaires; c'est assez pour établir l'existence des races humaines déterminées.

On objecte aussi que, si l'on prend un à un les divers caractères, on trouve toutes les transitions; par exemple, pour prendre un des caractères les plus nets de la race noire, on trouve, quoique fort rarement, chez certains nègres, des crânes aussi volumineux que chez certains blancs; et les capacités maximales des crânes de nègres sont identiques aux capacités minimales des crânes de blancs. Mais vraiment on n'est guère fondé à nier pour cela qu'il y ait une race blanche et une race noire; car, depuis Linné, on sait que les classifications ne peuvent se fonder sur un seul caractère, mais sur un ensemble de caractères. Ce n'est pas d'après la capacité du crâne qu'on va classer tel individu parmi les nègres et tel autre parmi les blancs; c'est d'après un ensemble de caractères : couleur de la peau, forme des lèvres et du nez, angle facial, etc. Chacun de ces caractères, isolé, est insuffisant pour la classification absolue; la convergence seule de toutes ces diverses formes fournira une classification naturelle.

Nous devons donc reconnaître qu'il existe des races humaines nettement séparées les unes des autres. Ce n'est pas par le sentiment que nous devons nous guider, mais par les faits anatomiques, qui sont irrécusables¹.

Même ces métis, ces races mixtes, sont une preuve de plus en faveur de la pluralité des races humaines : car, du moment que l'on parle de métis, on indique par cela même qu'il y a un croisement entre deux types différents; et prononcer le mot de race intermédiaire mixte, c'est indiquer qu'il y a deux races typiques bien différentes.

¹ M. Finot, qui n'accepte guère cette différence entre les races humaines, dit quelque part dans son livre : « On pourrait diviser les humains en deux types principaux : l'homme civilisé et l'homme primitif. » Il est probable que sa parole a dépassé sa pensée, quand il a émis cette hérésie : car, un nègre, même très civilisé, restera bel et bien un nègre, et, s'il se marie à une négresse, ses enfants, fussent ils soumis à une culture raffinée, seront des nègres tout comme lui. D'autre part, un blanc, abandonné avec sa femme blanche dans une île sauvage, s'il a des enfants, aura des enfants de même race, qui seront des blancs non civilisés.

IV

La classification, voire même l'énumération, des principales races humaines que les anthropologistes ont décrites nous mènerait dans des détails plus abondants que ne le comporte cette étude. Nous dirons seulement, nous conformant à l'opinion classique, qu'il y a trois groupements humains principaux : les noirs, les jaunes et les blancs.

Évidemment, cette classification n'est pas irréprochable; elle a, cependant, l'avantage d'être simple. En outre, elle permet de faire rentrer, sans trop de difficultés, toutes les variétés ethniques dans l'un ou l'autre de ces trois types.

Je n'ai pas à détailler ici les caractéristiques anatomiques qui séparent les trois races. D'une manière générale, trop schématique pour être absolument vraie, on peut dire que le jaune est intermédiaire entre le blanc et le nègre, par la capacité du crâne, la forme du nez, l'angle facial, le prognathisme, la forme des cheveux, etc.

Il faut reconnaître aussi, sans que cela implique la moindre parcelle de dédain, que, par son squelette et par ses muscles, le nègre est moins loin des grands singes anthropoïdes que n'est le blanc. Dans tous les musées anthropologiques, où sont rangées en des vitrines des crânes de singes, de nègres, de jaunes et de blancs, on verra très bien que les crânes humains qui sont les moins éloignés des crânes simiesques, ce sont les crânes des nègres. Peu importe que cela concorde ou non avec des théories philosophiques, cela est ainsi. Et ce serait faire preuve d'une pusillanimité un peu ridicule que de ne pas vouloir admettre un fait aussi éclatant.

Voilà donc trois grands groupes humains constitués. Quels sont les groupes de transition entre eux?

Évidemment, il faut éliminer les mulâtres ou les métis, qui ne forment pas une race, ou même une variété homogène, attendu que, s'ils se croisent entre eux, ils reviennent aux types de l'un ou l'autre de leurs ascendants, comme si la Nature faisait effort pour maintenir la stabilité de la race, ou comme si nous ne disposions pas d'un temps suffisant pour voir se constituer définitivement une race stable.

Mais, même en dehors des métis et des mulâtres, il y a des peuplades intermédiaires, comme les Américains (Rouges, Péruviens, Mexicains), les Hottentots, les Esquimaux. Les Mongols sont tellement voisins de la race jaune qu'on peut les confondre avec eux. Quant aux peuples de l'Amérique, leur origine mongoloïde est probable, ou tout au moins possible. Mais ni les uns ni les autres ne forment la chaîne entre les blancs, les noirs et les jaunes. Le Hottentot ressemble bien plus à un nègre

qu'à un blanc; et l'Esquimau ressemble plus à un Chinois qu'à un Européen.

Quoiqu'on parle beaucoup de croisements et de mélanges de races, il semble qu'il y ait exagération à prétendre que ces races se sont confondues. Dans les États-Unis d'Amérique, il n'y a aucune fusion entre les nègres et les blancs. Même dans l'Amérique du Sud, les métis entre les anciens indigènes et les conquérants blancs, Espagnols et Portugais, forment comme une sorte de population mixte, qui ne se mélange que rarement avec les blancs. En Afrique, les nègres et les Arabes sont en général distincts les uns des autres, et les unions sont relativement rares. Quant aux mariages entre les jaunes et les blancs, ils sont vraiment tout à fait exceptionnels : — je parle bien entendu des mariages véritables et non des unions temporaires ou accidentelles. — De fait, par préjugé peut-être, ou pour tout autre motif, il n'y a guère de fusion entre les groupes humains des diverses races. C'est un fait que nous constatons sans avoir à l'approuver ou le blâmer.

Nous croyons donc, en définitive, qu'il y a lieu de maintenir très fermement et très résolument ce groupement des êtres humains en trois principales races caractéristiques : les noirs, les jaunes et les blancs.

V

Faut-il aller plus loin, et, parmi les individus de race blanche, établir de nouvelles subdivisions ethniques?

C'est encore à l'Anatomie comparée qu'il faut avoir recours : or elle semble bien prouver que toute classification est impossible.

Non pas, certes, qu'il n'y ait des différences notables entre quelques types blancs; les uns, de grande taille, aux yeux bleus, blonds; les autres bruns, de petite taille, aux cheveux noirs; mais les unions, les infiltrations de peuple à peuple, par la guerre ou le commerce, ont été en vingt siècles si confusément multiples, qu'il est, à l'heure actuelle, tout à fait impossible de retrouver, parmi les hommes de race blanche, des populations homogènes.

D'autant plus que le mot nationalité n'a rien à faire avec le mot race. La France est une nation, par sa langue, ses mœurs, son histoire, ses traditions, son gouvernement, la volonté d'être la France; mais c'est un mélange hétéroclite de toutes les populations de couleur blanche : Celtes, Gaulois, Ibères, Romains, Normands, Germains, et la confusion est telle que les plus laborieuses recherches ont apporté l'obscurité plutôt que la lumière. Même la France, depuis qu'elle est la France, reçoit des invasions pacifiques multiples, à ses fron-

tières, et dans ses grandes villes. Telle ville de Flandre est colonisée par les Belges ; le littoral méditerranéen est colonisé par les Italiens ; les Espagnols ont envahi toutes les régions pyrénéennes ; les Suisses, la Franche-Comté ; les Allemands, hélas ! l'Alsace et la Lorraine. Et, quant à Paris, Lyon, Marseille, Bordeaux, les Italiens, Belges, Espagnols, Américains, Anglais, Russes, Polonais y vivent et s'y font naturaliser ; de sorte qu'il y a une nation française, qui est une, et qui veut être une, mais il n'y a pas de race française.

De même, tout aussi bien, pour l'Angleterre, et pour l'Allemagne, et pour l'Espagne, et pour l'Italie, et, à plus forte raison encore, pour les États-Unis d'Amérique, qui reçoivent des immigrants de tous les pays, et ne sont composés que d'immigrants à quelques générations près. Il y a là un inextricable mélange de toutes les races blanches. Cette confusion contraste étrangement avec la volonté formelle d'écarter les jaunes et les noirs, et d'autre part avec la volonté, très justifiée d'ailleurs, d'être une grande nation, homogène par les sentiments si elle n'est pas homogène par le sang.

Toutes les statistiques anthropologiques confirment, d'ailleurs, cette homologie des natures européennes. A quelques nuances près, dans les divers pays d'Europe, les proportions des yeux bleus ou bruns sont les mêmes ; celles des cheveux blonds ou des cheveux bruns, comme des crânes dolichocéphales ou brachycéphales sont pareilles, comme sont pareils la taille ou le poids.

Souvent je me suis demandé, en visitant New-York, Bruxelles, Turin, Londres, Berlin, Bâle, Rome, si, laissant de côté les différences d'usages et de vêtements, je pouvais, par les seuls traits du visage, ou la seule couleur des cheveux, deviner qu'il s'agissait d'une population française, ou italienne, ou américaine, ou anglaise, ou allemande. En toute bonne foi, c'eût été impossible. Il y a des habitudes de costumes et des allures générales, qui permettent *quelquefois* de deviner la nationalité de tels ou tels individus. Mais, si l'on donnait à ces individus des vêtements uniformes, toute distinction serait impossible. C'est une expérience qu'on peut faire facilement. Quand, au théâtre, on voit des personnes de nationalités différentes, en tenue de soirée, on ne peut absolument pas juger de leur nationalité. Il n'y a pas plus de type français que de type allemand, ou italien, ou anglais.

Donc nous pouvons nettement affirmer l'unité de la race blanche européenne, créée par le mélange intime des trois ou quatre types principaux, très peu tranchés d'ailleurs.

La difficulté devient un peu plus grande quand, au lieu de considérer les races blanches européennes, on étudie les races blanches asiatiques,

les Arabes, les Égyptiens, les Hindous, qui sont placés à la limite des jaunes et des noirs. Mais, même là, il n'y a pas eu de mélange avec les races voisines ; l'Égyptien et l'Éthiopien sont aussi divers l'un de l'autre qu'un Anglais et un Zoulou ; qu'un Hindou et un Chinois ; et il n'y a pas lieu d'admettre la fusion des races humaines même aux régions où elles sont voisines.

Quant à la distinction entre les races blanches asiatiques et les races blanches européennes, autrement dit entre les Sémites et les Aryens, il semble qu'elle soit assez factice. Puisque c'est à l'anatomie et aux caractères somatiques extérieurs que nous avons eu recours pour distinguer les noirs, les blancs et les jaunes, il faut reconnaître que la distinction entre les Aryens, les Sémites et les Indiens n'est pas justifiée par l'anatomie. Tout au moins, les caractères différenciels sont-ils moindres que ceux des divers individus d'un même pays.

On a depuis longtemps fait remarquer que l'état de prospérité ou de misère, les conditions d'alimentation et de travail, créent des diversités considérables entre les divers hommes, et permettent presque d'établir, non, comme le disait M. Finot, un type d'homme civilisé et un type d'homme sauvage, mais un type de populations prospères et un type de populations misérables. M. Alfredo Niceforo a réuni récemment des documents précieux sur ce point¹. La taille, le poids, la circonférence crânienne, la force musculaire, la résistance à la fatigue sont chez les enfants aisés en excès sur ce qu'elles sont chez les enfants pauvres. Les différences sont plus grandes que ne sont les différences ethniques entre ces soi-disant variétés différentes de la race blanche : Aryens, Sémites, Indiens.

Aussi bien, comme cette classification a pour base une différenciation linguistique, ne faut-il pas lui reconnaître une bien grande importance. Il n'est pas de plus grande erreur anthropologique que de vouloir distinguer les races par les distinctions linguistiques (à ce compte, les nègres de Haïti seraient des « Latins »). Que nos langues européennes dérivent du sanscrit, cela est fort possible ; mais qu'on déduise de là quelque considération sur notre origine ethnique, ce serait aussi imprudent que de parler de races *latines*, ou *scandinaves*, ou *slaves*, ou *anglo-saxonnes*.

La similitude des langues crée certainement une mentalité voisine ; elle facilite les unions, réunit les nations. Mais, en soi, elle n'a aucun rapport avec la race même. M. Finot cite à ce propos la piquante remarque de Max Müller : « L'ethnologue qui parle de la race aryenne, du sang aryen,

¹ *Les Classes pauvres*. Paris, Giard et Brière, 1905.

des yeux ou cheveux aryens, commet une hérésie égale à celle dont se rendrait coupable un linguiste qui parlerait d'un dictionnaire dolichocéphale ou d'une grammaire brachycéphale. »

Nous avons abrégé toute cette discussion, et nous aurions pu sans peine accumuler des documents et des citations; mais il nous a paru préférable de mettre en pleine lumière les faits essentiels, à savoir : 1° L'irréremédiable confusion de toutes les nationalités européennes (au point de vue ethnique); 2° la séparation très profonde entre les races blanches et les autres races (race jaune et race noire).

VI

C'est l'Anatomie qui nous a servi de guide pour établir ces deux principes. Il s'agit de savoir si la Physiologie concorde avec l'Anatomie. Mais, nous le répétons, la Physiologie, pour établir une classification, n'a qu'une valeur tout à fait secondaire. Car il est bien évident que les diverses races humaines sont trop proches l'une de l'autre pour que leur physiologie soit bien diverse. Il n'y a déjà que des nuances entre l'homme et l'animal, au point de vue des fonctions organiques; comment alors entre les divers hommes peut-on espérer trouver quelques caractères distinctifs?

Il est vrai que, dans la physiologie de l'homme, il y a la psychologie. Ce qui, au point de vue zoologique, caractérise l'espèce humaine, c'est la prépondérance du cerveau commandant des actes intellectuels réfléchis, voulus, raisonnés, conscients. Mais même la Psychologie ne peut servir de base rationnelle à une classification. Si nous prenions l'intelligence des animaux pour ranger les espèces vivantes en des groupements systématiques, il faudrait, après l'homme, mettre le singe et l'éléphant, puis le chien, puis l'ours et le chat. Ce serait tout à fait grotesque. Nous devons donc renier la Psychologie comme principe de classification. Mais, si elle concorde avec la classification anatomique, elle ne sera pas sans lui prêter quelque appui.

Or tel est le cas, en réalité, pour la psychologie des races : et nous allons retrouver, de par les phénomènes de mentalité humaine et les évolutions des civilisations mondiales, ce double principe : le mélange des races blanches entre elles, et la séparation des races blanches et des autres.

Si, en effet, nous prenons l'état actuel de notre civilisation européenne, telle qu'elle existe en 1903, nous verrons tout de suite qu'elle est le résultat de la collaboration active, incessante, prolongée, de presque tous les peuples. Les Grecs, qui ont été les maîtres et les directeurs de la pensée humaine, pour la philosophie et l'histoire, comme

pour les sciences et les arts, les Grecs ont reçu fortement l'influence égyptienne, de sorte que notre civilisation, d'origine grecque, est en réalité d'origine gréco-égyptienne. Puis, dans les temps modernes, chaque peuple y a largement contribué : l'Italie d'abord, puis la France et l'Allemagne; puis l'Espagne, l'Angleterre, et maintenant les peuples scandinaves, les Slaves, les Américains du Nord. Tous ont apporté leur concours à la construction de l'édifice commun. Par la pensée supprimez une de ces nations de l'humanité, vous aurez du même coup supprimé quelques progrès, quelques belles œuvres.

Prenons pour exemple l'électricité : n'est-elle pas due pour ses origines à deux Italiens, Volta et Galvani? Plus tard, le Français Ampère, le Danois Oersted, les Anglais Faraday et Maxwell, l'Allemand Hertz, les Américains Graham Bell et Edison, n'ont-ils pas tous apporté quelque grand fait nouveau? Aussi bien pour la théorie que pour les appareils, depuis le vieil instrument de l'Allemand Otto de Guericke et le paratonnerre de l'Américain B. Franklin, jusqu'à la machine du Français Gramme, et la télégraphie sans fil de l'Italien Marconi.

Nous pouvons donc dire que la science de l'électricité est une science due à *tous* les blancs; ajoutons qu'elle est due à eux *seuls*. Car il est impossible de trouver qu'un nègre ou un jaune quelconque ait réalisé quelque invention dans le domaine de l'électricité. On voit bien, dans tous les livres consacrés aux enfants, que les Chinois avaient inventé la boussole avant le xiv^e siècle. L'authenticité de ce fait me paraît pourtant douteuse; car ce n'est pas une preuve que d'être signalé dans tous les livres. Mais, même si cela est vrai, les Chinois n'en ont pas, à ce qu'il semble, tiré grand profit, et ce ne sont pas eux qui nous ont révélé les propriétés de l'aimant.

Ce que nous venons de dire de l'électricité, nous pouvons l'appliquer à toutes nos sciences, sans exception, depuis les Mathématiques jusqu'à la Médecine. A supposer qu'on écrive un grand ouvrage sur l'histoire des sciences, il y aura peut-être trois mille noms à citer, recommandables à divers titres; mais, sur ces trois mille noms, il ne se trouvera pas un seul nom de jaune et pas un seul nom de nègre.

Ce qui est vrai pour les sciences est vrai aussi pour l'organisation de nos sociétés. Les puissantes institutions juridiques et sociales que nous ont léguées les Romains sont encore les bases de notre vie sociale. Le christianisme, la féodalité, la Révolution française, ont modifié, transformé le droit romain, sans qu'il y ait eu, à aucun moment donné, interférence des Chinois et des Ethiopiens, dans

cette longue et laborieuse évolution des races blanches vers un état meilleur des sociétés humaines.

Dans la littérature, c'est l'évidence même que les Grecs ont été nos initiateurs, et que nous dérivons d'eux. Dans l'histoire littéraire universelle, il est clair que chaque nation européenne, à la suite de la Grèce sa mère, a une part glorieuse, avec le Dante, Cervantès, Shakespeare, Molière, Goëthe. Mais je ne vois pas la contribution des races noires et des races jaunes. Les Arabes et les Persans, qui sont des blancs, ont des fables et des poésies exquises. Mais les nègres n'ont que des contes enfantins. Ces petits récits, racontés et traduits par des blancs, ne manquent pas de quelque attrait; pourtant c'est peu de chose. Et, quant aux Chinois, ils ont Confucius. Soit. Mais l'influence de Confucius sur les destinées de notre monde européen et sur nos idées morales n'a pas été, à ce qu'il paraît, bien profonde; et je m'imagine que beaucoup des prôneurs de la race jaune parlent de Confucius sans l'avoir lu. Or je me permets de leur conseiller de lire, à côté de Confucius, l'Évangile, ou Marc Aurèle, ou Epictète, voire même Sénèque, et je doute fort qu'après cette comparaison ils osent encore parler de Confucius.

Ainsi, ni dans les sciences, ni dans l'industrie, ni dans la philosophie, ni dans les lettres, ni dans l'organisation sociale, nos civilisations européennes, confondues en une seule culture très homogène, n'ont rien eu à faire avec la pensée des jaunes et des noirs.

Restent les beaux-arts, qu'on invoque souvent à l'appui du rôle des Chinois et des Japonais dans le progrès humain.

Mais — je ne crains pas de me répéter; car c'est l'évidence des choses qui m'y force — nos arts sont essentiellement grecs par leur origine. Laissons de côté la musique, puisque aussi bien Mozart, Beethoven et Wagner ne sont pas d'une autre race que nous, et nous ne commettrons pas le sacrilège de les mettre en parallèle avec les musiciens nègres. Considérons l'architecture, la sculpture et la peinture.

Là, les Grecs sont nos éducateurs, et, tout en admirant comme il convient les pagodes chinoises, je préfère le Parthénon. J'aime mieux le *Gladiateur mourant* et la *Vénus de Milo* que les ventres à replis de Boudha, et je crains fort de mourir dans l'impénitence finale. Il se peut que mon goût ait été faussé dès l'enfance par une déplorable éducation classique. Mais l'art chinois et l'art japonais ne me semblent pas de qualité supérieure.

Peu importe, d'ailleurs; car la question est de savoir quelle a été l'influence de ces peuples dans notre univers. Or il n'est pas douteux que, jusqu'à

ces derniers temps, l'influence de la peinture chinoise et de la peinture japonaise a été nulle. Velasquez, Raphaël et Rembrandt n'ont connu ni les émaux, ni les paravents, ni les éventails, ni les potiches de l'Extrême-Orient. Même il ne paraît pas que ces divins artistes en aient beaucoup souffert.

En dernière analyse, le monde européen a évolué tout entier en lui-même; il n'a reçu aucune empreinte du monde asiatique, encore moins, si possible, du monde des noirs.

Par conséquent, la Psychologie confirme ce que l'Anatomie nous avait appris: à savoir que la mentalité des blancs, jugée par la production intellectuelle, est la même, quels que soient les peuples; mais qu'elle diffère profondément de la mentalité des jaunes et des noirs.

VII

On remarquera peut-être que je n'ai pas prononcé le mot de supériorité ou d'infériorité de telles ou telles races humaines. J'ai dit seulement qu'il y avait une différence; et j'ajoute qu'il n'en peut être autrement. Puisque les traits du visage, la conformation du crâne et la disposition des circonvolutions ne sont pas identiques, peut-on supposer des aptitudes intellectuelles identiques?

Donc il y a des différences. Mais ces différences peuvent-elles se traduire par le mot de supériorité ou d'infériorité? Reprenant l'exemple, donné plus haut, des diverses races de chiens, je dirais qu'elles sont différemment intelligentes; mais je serais fort embarrassé pour établir entre elles une hiérarchie. Les caniches, par exemple, sont remarquables par leur docilité. On peut leur apprendre ce qu'on veut; mais ils n'ont pas l'esprit inventif des terriers, ni la perspicacité des chiens de berger. Donc, si l'on voulait faire choix d'un chien très intelligent, il faudrait d'abord préciser le genre d'intelligence qu'on désire. Est-ce la mémoire? ou l'invention? ou l'aptitude à reconnaître son chemin? ou l'habileté à la chasse? ou la vigilance domestique?

De même pour les êtres humains, enfants ou adultes. Dans une classe de jeunes gens, tel a une mémoire remarquable et peu de jugement. Tel autre a de l'invention poétique. Un autre est apte aux mathématiques, et rebelle à la poésie. Un quatrième est excellent musicien, mais ne peut pas apprendre le latin. Un cinquième est mécanicien adroit, mais n'entend rien ni à la musique ni au latin. *Tot capita, quot intellectus*. Osera-t-on dresser une liste des plus et des moins intelligents? et, si oui, quel critérium va-t-on prendre?

En tout cas, sans parler de la supériorité des

races blanches sur les autres races humaines, je dois dire qu'il serait par trop absurde de parler de leur infériorité. Elles ne sont peut-être pas supérieures aux autres; elles ne sont certainement pas inférieures. Je ne sache pas qu'il ait existé de plus puissantes et lumineuses intelligences humaines qu'Aristote, Lavoisier, Leibniz et Shakespeare. Qu'on leur trouve des égaux un jour parmi les Japonais et les nègres, je le veux bien, encore que je sois un peu sceptique à cet égard. Mais cette production de génies futurs est dans les limbes de l'avenir; et nous n'avons le droit de parler que du passé.

Il ne faut pas que les éclatants succès militaires remportés par les Japonais troublent notre jugement. L'écrasement d'une flotte, la prise d'une ville, la destruction d'une armée sont des faits considérables et qui éblouissent. Encore ne doivent-ils être regardés que comme le triomphe de la force, qui a tant de prestige. Si les Russes, moins misérablement conduits aux désastres par des chefs incapables, avaient été victorieux, aurions-nous eu le droit de conclure à l'infériorité mentale des Japonais? De fait, les Japonais ont donné des preuves d'un courage héroïque, d'une habileté organisatrice remarquable, d'une science militaire très sûre. Mais il ne faut pas oublier qu'ils ont appris tout cela des Européens et que la part d'*invention* qui leur revient est très faible.

C'est intentionnellement que j'ai prononcé le mot d'*invention*, car il me semble vraiment caractériser la différence qui sépare les blancs des autres races. Celles-ci sont assimilatrices, adaptant leur souple intelligence aux industries que les blancs ont imaginées. Mais jusqu'à présent ni les Chinois, ni surtout les nègres n'ont fourni la preuve qu'ils étaient capables d'instituer un progrès, de découvrir une vérité nouvelle. Pourtant, sans inventions, sans découvertes, sans progrès, sans évolution vers le mieux, l'humanité, piétinant éternellement dans la même ornière, n'aurait plus aucune raison d'existence.

Il est presque inutile de dire que cette opinion sur le défaut d'invention des races autres que la race blanche ne doit être regardée que comme provisoire. Il se peut que l'avenir ouvre des voies imprévues à ces nouveaux venus dans la civilisation générale. Mais ils sont restés si longtemps, pendant des siècles et des siècles, figés dans la même immobilité stérile, qu'on a le droit de douter un peu qu'ils se précipitent dans le progrès. Ils se sont précipités sur l'imitation: ce qui n'est pas tout à fait la même chose.

Reste enfin l'argument tiré de la similitude du cerveau et du crâne avec le cerveau et le crâne des singes. Mais je n'y attache pas grande importance.

Assurément, en thèse générale, malgré tous les ingénieux paradoxes qu'on a émis à ce sujet, l'intelligence, chez des êtres homologues et comparables, est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle au développement du cerveau. Mais les différences entre le volume cérébral des races humaines ne sont pas assez grandes pour autoriser une conclusion ferme. L'intelligence doit se juger par le degré de l'intelligence, et non par les dimensions cérébrales. Il ne faut pas tomber dans l'erreur de cet éminent anthropologiste, qui, constatant l'étonnante petitesse du cerveau de Gambetta, avait conclu que Gambetta n'était pas intelligent.

Bref, pour terminer cette discussion, comme le lecteur a presque le droit de me demander des conclusions fermes, je dirai que, certainement, sans contestation possible, il y a des différences entre la mentalité des blancs et celle des jaunes et noirs; que l'on est assez mal venu à parler de supériorité ou d'infériorité, mais que, cependant, si j'étais forcé de me décider, je dirais que les blancs ont donné des preuves innombrables (que n'ont pas pu fournir à pareil degré les autres races) de leur esprit d'invention et de généralisation.

VIII

En sera-t-il toujours ainsi? La constitution mentale des races jaunes, noires et blanches est-elle destinée à l'immobilité?

Nous ne le pensons nullement; et il semble, bien au contraire, qu'elles sont, les unes et les autres, destinées à évoluer.

On dit que les nègres des États-Unis font de grands progrès intellectuels; que, citoyens libres de la plus grande et de la plus civilisatrice nation du monde, ils font de réels efforts pour développer leur instruction; et assurément on citerait parmi eux quelques personnalités intelligentes¹.

¹ M. Louis Olivier me fait ici remarquer avec beaucoup de raison que notre avance actuelle sur les jaunes et les noirs ne nous garantit pas d'une avance perpétuelle. En effet, dit-il, après avoir atteint un certain idéal de civilisation, les peuples ont été incapables d'aller plus loin, et ce sont d'autres populations, nouvelles venues au progrès, qui ont repris le flambeau, pour le transmettre à d'autres. — « Qui nous dit que cette loi d'évolution, que trahit la grandeur et la décadence, pour ainsi dire rythmées, des peuples, ne régit pas aussi l'évolution du groupe plus compréhensif des blancs? Ne se peut-il qu'après avoir inventé, nous nous trouvions quelque jour incapables d'engendrer un état social différent de celui que nous aurons conçu comme le meilleur et le plus sage, et réalisé? Qui nous dit que les jaunes et les noirs, avec les ressources de notre héritage intellectuel et de leur génie propre, n'édifieront pas une humanité très supérieure à l'humanité actuelle, une humanité que le blanc sera toujours impuissant à concevoir? »

Ces réflexions de M. Louis Olivier me paraissent fort judicieuses, et j'y adhère complètement. Je ferai cependant une réserve. Cette civilisation nouvelle, supérieure à la

Les Japonais, eux aussi, se sont rapidement initiés à la civilisation des blancs, avec une énergie et une perspicacité singulières. Commerce, armée, marine, sciences, organisation politique, ils se sont assimilés en quelques années une culture qui a coûté à l'Europe plusieurs siècles de douloureux enfantement. On peut espérer qu'ils feront plus encore, et qu'ils apporteront, eux aussi, leur concours à l'œuvre humaine générale.

Cet espoir dans le progrès des races humaines, et de toutes les races humaines, est d'autant plus justifié que la différenciation qui les caractérise aujourd'hui est probablement, sinon certainement, un fait d'évolution. L'ardeur du soleil tropical tend à colorer les téguments. Inversement, par les brouillards et les frimas, les pigmentations s'atténuent, de sorte qu'on peut regarder comme assez vraisemblable qu'au bout de quelques milliers, et peut-être quelques centaines de générations, des hommes à peau noire, ayant émigré dans les pays du Nord, soient devenus des blancs. De même, la force croît par le développement du travail musculaire; de même encore, la taille s'élève par le fait d'une alimentation plus abondante. Le cerveau devient plus volumineux, et le crâne plus vaste, de par un travail intellectuel intense, et cela non seulement au bout de quelques générations, mais dès la première génération, comme déjà P. Broca l'avait, il y a longtemps, constaté. Aussi est-il tout à fait légitime d'admettre que l'avenir nous montrera des transformations étonnantes dans la mentalité des divers peuples.

Mais — que ceci soit dit sans l'ombre d'un dédain — il semble bien que les races blanches aient d'ores et déjà pris quelque avance; de sorte que, si elles ne rétrogradent pas, comme c'est vraisemblable, si elles continuent à progresser vers un état

notre, pourra être l'œuvre des noirs et des jaunes; oui, l'hypothèse est possible; mais, pour admettre que les noirs et les jaunes feront cette œuvre de régénération, nous devons les supposer très différents de ce qu'ils sont actuellement; ce seront leurs descendants modifiés, devenus supérieurs à nous. En réalité, ce sera une race nouvelle, quelque chose comme le *surhomme* de Nietzsche.

Mais à cette race nouvelle il faudra sans doute un *substratum* anatomique nouveau; or, il est difficile d'aborder toutes les possibilités qui se présentent sans tomber dans le domaine des dangereuses fantaisies.

Il faut donc, en tout état de cause, être très prudent pour les prévisions de l'avenir humain. Et nous ne devons pas dédaigner les forces latentes — peut-être considérables — des races qui ont tout récemment pris part à la civilisation blanche.

humain supérieur, les autres races, malgré la rapidité de leurs progrès, resteront toujours à un plan un peu différent.

On peut faire maintes hypothèses à cet égard, et donner à ses fantaisies libre carrière. L'avenir est mystérieux; le passé est obscur; la science ne connaît guère que le présent. Or, dans l'état présent des choses, le progrès et la civilisation sont l'œuvre de la race blanche, et de la race blanche seule. Je laisserais parfaitement mes fils se marier avec une Italienne, ou une Espagnole, ou une Allemande, ou une Anglaise, ou une Israélite; mais je supporterais fort difficilement leur union en justes noces avec une Chinoise ou une Nègresse. Préjugé peut-être, d'après M. Finot. Mais je croirais volontiers qu'en fait ce préjugé serait partagé par tous les blancs, même par ceux-là qui me critiqueront le plus fort.

En somme, la fusion des trois grandes races humaines ne me paraît pas chose désirable. L'état intellectuel, assez médiocre, des mulâtres et des métis de l'Amérique et de l'Australasie, n'est pas très encourageant.

Je supplie, en terminant, qu'on ne me fasse pas conclure à la guerre des races. Ce serait une monstruosité telle que même la mauvaise foi, ordinaire dans les discussions, n'expliquerait pas cette calomnie. Pour quelques différences fragiles, et après tout contestables, l'égorgement et l'extermination sont-ils nécessaires? N'y a-t-il pas sur le globe terrestre assez d'eau, d'azote, de carbone et de soleil pour suffire à l'expansion de tous les êtres humains, quelle que soit la couleur de leur peau et la direction de leur mentalité?

Voici le dilemme que je propose alors à ceux qui me prêteraient ce blasphème contre l'humanité, à savoir la guerre des races :

De deux choses l'une : ou nous sommes les égaux des noirs et des jaunes; ou nous leur sommes supérieurs.

Si nous sommes leurs égaux, nous devons leur demander et leur prêter appui; collaborer avec nos frères humains au perfectionnement de l'espèce humaine;

Si nous sommes leurs supérieurs, notre devoir strict est de les élever à nous, de les protéger, de les défendre, et de leur donner l'exemple de la justice et de la fraternité.

Charles Richet,

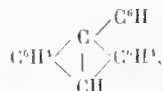
Professeur de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Paris.

LES DÉRIVÉS γ -ARYLÉS DE L'ANTHRACÈNE ET DE SON DIHYDRURE

Depuis l'admirable synthèse de l'alizarine, réalisée par Graebe et Liebermann en 1869, l'attention des chimistes et des industriels s'est fixée sur l'anthracène, et l'importance actuelle de ce carbure n'est guère comparable qu'à celle prise par son congénère, le naphthalène, à la suite de l'apparition des colorants azoïques; la remarquable solidité des colorants anthracéniques justifie bien cette prédilection des chercheurs.

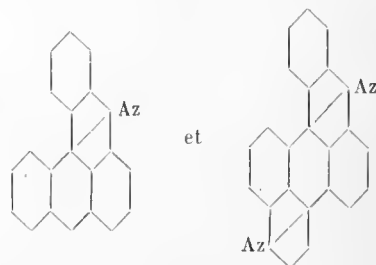
Pourtant, jusqu'à aujourd'hui, l'effort s'est presque uniquement porté vers l'obtention de dérivés anthracéniques α ou β -substitués; malgré leur apparente complexité, la presque totalité des colorants de ce groupe ne sont que des anthraquinones polysubstituées en α ou β par des auxochromes hydroxylés, amidés ou sulfonés, ne différant que par le nombre, la nature ou la position des groupes substituants, et ce n'est que très exceptionnellement qu'il est fait mention, dans la littérature chimique, des dérivés anthracéniques γ -substitués.

Si, pour circonscrire davantage cette étude, on n'envisage que les dérivés γ -arylés de l'anthracène ou de son hydrure, on constate que le nombre en est extrêmement limité. A part le phénylanthracène :

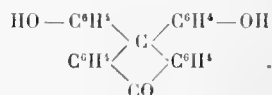


son hydrure et ses produits d'oxydation ou de substitution tels que les phénylanthranols, les phényloxanthranols, les phthalidines et les phthalidéines décrites autrefois par von Baeyer¹, O. Fischer², Hémiham³, von Pechmann⁴ et Friedel et Crafts⁵, on ne peut guère signaler que la céruleïne⁶, dont la constitution est d'ailleurs fort douteuse, un certain dihydrure d'anthracène γ -diphénylé symétrique⁷, de constitution encore plus douteuse, et quelques colorants décrits dans les brevets allemands nos 117894 et 126444, parmi les-

quels nous trouvons des composés de la forme :



qui ont fait l'objet d'un travail récent de MM. K. Damman et L. Gattermann¹. Mentionnons, enfin, les produits obtenus récemment par MM. Scharwin et Kusnezof², par condensation de l'antraquinone avec des phénols, et que ces savants considèrent comme des diphénylanthrones hydroxylées du type :



Tel était, en résumé, l'état de nos connaissances sur les dérivés anthracéniques γ -arylés lorsque nous en avons repris l'étude et préparé, par des voies complètement nouvelles, un assez grand nombre de représentants, appartenant aux différents types théoriquement concevables; nous avons été amenés à ces recherches à la suite de nos travaux sur le « vert phtalique », dans lequel nous avons reconnu la présence d'un noyau anthracénique γ -diphénylé.

L'ensemble des Mémoires publiés sur ces produits forme aujourd'hui un chapitre nouveau de la chimie de l'anthracène; nous nous proposons de retracer ici les grandes lignes de cet ensemble, en suivant autant que possible l'ordre chronologique, et nous commencerons cette exposition par l'étude du vert phtalique.

I. — HISTORIQUE DU VERT PHTALIQUE.

L'expression de « vert phtalique » (Phtalgrün) a été introduite dans la science par O. Fischer pour désigner un colorant obtenu comme produit secondaire dans l'action du chlorure de phtalyle sur la

¹ VON BAEYER : *Annalen*, t. CCH, p. 36 (1880).

² O. FISCHER : *Annalen*, t. CCVI, p. 83 (1880).

³ W. HÉMIHAM : *Berichte*, t. XVI, p. 2360, et *Berichte*, t. XIX, p. 3061 (1886).

⁴ VON PECHMANN : *Berichte*, t. XIII, p. 1608 (1880), et *Berichte*, t. XIV, p. 4859 (1801).

⁵ FRIEDEL et CRAFTS : *Ann. de Ch. et de Phys.*, t. 1, p. 449 (1884).

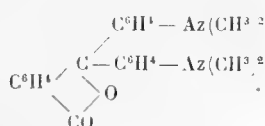
⁶ V. BUCKHA : *Annalen*, t. CCIX, p. 249 (1881).

⁷ LINEBARGER : *Am. Chem. Journal*, t. XIII, p. 536.

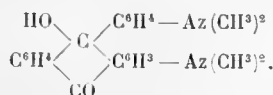
¹ DAMMANN et GATTERMANN : *Zeitschrift für Farben und Textil-Chemie*, t. 1, p. 325 (1902).

² SCHARWIN et KUSNEZOF : *Berichte*, t. XXXVI, p. 2020 (1903), et *Berichte*, t. XXXVII, p. 3616 (1904).

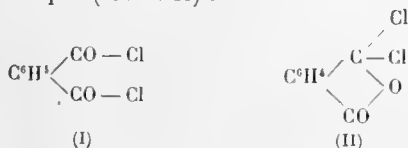
diméthylaniline, le produit principal de la réaction étant la diméthylaniline-phthaléine :



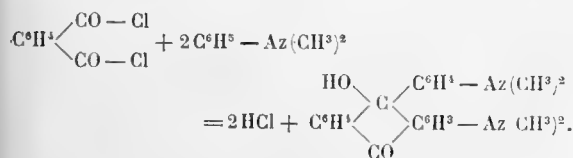
Le savant allemand lui assigne la formule $\text{C}^{22}\text{H}^{24}\text{Az}^2\text{O}^2$, qui en fait un isomère de cette phthaléine, et le considère comme une diméthylaniline-phthalidéine ou tétraméthylamidophényloxanthranol :



Il explique sa formation en admettant la présence d'une petite quantité de chlorure de phtalyle symétrique (form. I) dans le chlorure de phtalyle employé, chlorure qui est généralement considéré comme dissymétrique (form. II) :



et il représente cette formation par l'équation suivante :

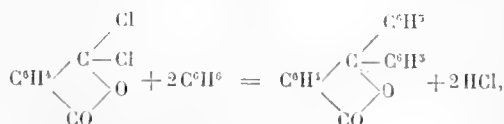


Un produit possédant une semblable formule de constitution est en tous points remarquable, car il semble devoir allier à la solidité des colorants anthracéniques la vivacité des colorants du triphénylméthane. Ces qualités précieuses, reconnues par Fischer lui-même¹, devaient nécessairement attirer l'attention à une époque où les colorants verts solides et brillants n'étaient pas encore trouvés. Bien des tentatives ont sans doute été faites dans les laboratoires industriels pour reproduire le colorant de Fischer, et, si rien n'a été publié à ce sujet, il faut en chercher la raison dans le rendement dérisoire en colorant, rendement qui rend l'étude de ce produit presque inabordable.

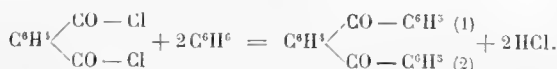
II. — PREMIÈRE SYNTHÈSE DU VERT PHTALIQUE.

Dans nos essais de reproduction du vert phtalique, il nous a semblé tout d'abord nécessaire de

vérifier l'hypothèse de Fischer, c'est-à-dire de nous assurer que le dichlorure de phtalyle renferme normalement une certaine quantité de chlorure symétrique. C'est dans ce but que nous avons repris l'étude des produits résultant de la condensation du benzène avec le dichlorure en présence du chlorure d'aluminium. Si l'hypothèse de Fischer est exacte, on doit trouver, à côté de diphenylphthalide résultant de la condensation du chlorure dissymétrique avec le benzène :



une certaine quantité de son isomère, l'*o*-dibenzoylbenzène, dont la formation serait imputable à la présence de chlorure symétrique :



Si faible que soit cette quantité de dibenzoylbenzène, elle devrait être facile à isoler, même en présence de grandes quantités de diphenylphthalide, cette dernière, par suite de sa fonction γ -lactonique, étant facilement éliminable par saponification.

Nous avons fait, dans ce but, un assez grand nombre de condensations avec des chlorures de provenances différentes, mais rectifiés avec soin; nous n'avons jamais observé la formation de dibenzoylbenzène ortho, mais nous avons toujours constaté la formation d'une très petite quantité d'un produit non saponifiable, totalement différent du dibenzoylbenzène par son point de fusion 191°, sa composition $\text{C}^{20}\text{H}^{18}\text{O}$ et ses propriétés¹.

Il était vraisemblable que le composé $\text{C}^{20}\text{H}^{18}\text{O}$ et le vert phtalique ont une origine commune et prennent tous deux naissance grâce à la présence d'une même impureté dans le chlorure de phtalyle mis en œuvre, impureté qui ne pouvait être, comme nous venons de le voir, du chlorure symétrique, ainsi que l'admettait Fischer. D'autre part, en raison même du mode de préparation du dichlorure de phtalyle, par ébullition prolongée d'un mélange de pentachlorure de phosphore et d'anhydride phtalique, et de la grande pureté de l'anhydride du commerce, ce produit secondaire ne pouvait être qu'un composé résultant d'une action plus profonde de PCl_5 sur le dichlorure déjà formé, c'est-à-dire un tétrachlorure de phtalyle que von Gerichten² avait préparé quelques années auparavant, précisément en chauffant sous pression du dichlorure de phtalyle avec un large excès de PCl_5 . L'hypothèse

¹ Die Lösungen desselben färben Seide prachtvoll grün an und die damit gefärbten Muster sind von grosser Leuchtheit (Fischer Ann., t. CCVI, p. 107).

¹ HALLER et GUYOT: Bull. Soc. ch., t. XVII, p. 873 (1897).

² VON GERICHTEN: Berichte, t. XIII, p. 417 (1880).

était d'autant plus acceptable que les deux tétrachlorures obtenus dans ces conditions par von Gerichten (F. 88° et 47°) bouillent sensiblement à la même température que le dichlorure et ne peuvent en être complètement séparés par distillation fractionnée. Elle était, du reste, facile à vérifier en reproduisant les deux tétrachlorures de von Gerichten et les faisant respectivement agir sur le benzène et sur la diméthylaniline.

L'expérience confirma pleinement ces prévisions. Le tétrachlorure de phtalyle (modification fondant à 88°) nous donna avec le benzène des quantités considérables du composé $C^{26}H^{18}O$, formé d'après l'équation :



et avec la diméthylaniline du vert phtalique, formé avec un rendement atteignant 90 % du poids de tétrachlorure mis en œuvre¹.

Nous disposons ainsi d'une quantité suffisante de colorant pour en faire une étude complète, étude qui nous a été bien facilitée par la grande tendance avec laquelle cristallisent tous ses sels et la plupart de ses dérivés.

Cette étude s'imposait, nos analyses étant en désaccord complet avec la formule de Fischer²; elle semblait d'autant plus désirable que les propriétés du vert phtalique le classent dans un groupe nouveau de colorants, dont il y avait lieu d'établir la constitution.

L'analyse du vert phtalique, de sa base et de sa leucobase, assignant à ces trois corps les formules centésimales suivantes :

Sel (vert) $C^{26}H^{18}Az^3OCl$ (dans laquelle Cl peut être remplacé par Br, AzO^3 , etc.);
Base (incoloré) $C^{26}H^{18}Az^3O^2$;
Leucobase (incoloré) $C^{26}H^{18}Az^3O$.

il apparaît tout d'abord que ce colorant présente vis-à-vis de sa base et de sa leucobase les mêmes relations que les colorants du triphénylméthane vis-à-vis de leurs bases et de leurs leucodérivés. Dans les deux cas, le colorant résulte de l'union d'une molécule d'acide avec une molécule de base et élimination d'une molécule d'eau; dans les deux cas également, la leucobase dérive de la base proprement dite par soustraction d'un atome d'oxygène. Le vert phtalique donne aussi, vis-à-vis des réducteurs, ainsi que l'a observé M. Prud'homme³,

la réaction particulière découverte par ce savant et caractéristique des colorants du triphénylméthane.

Enfin, l'analogie se poursuit jusque dans les propriétés tinctoriales du produit, et l'on devra tenir compte de cette parenté évidente dans la recherche de la constitution du colorant.

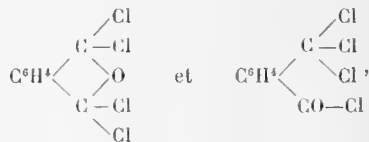
Il résulte, d'autre part, de la composition centésimale du vert phtalique que ce colorant prend naissance par fixation de trois molécules de diméthylaniline sur une molécule de tétrachlorure; or, dans la préparation du composé $C^{26}H^{18}O$, trois molécules de benzène entrent également en réaction avec une molécule de tétrachlorure. Il semble donc que les deux produits s'obtiennent par un même processus et que la constitution du vert phtalique doit trouver son explication dans la constitution du composé $C^{26}H^{18}O$. Telles sont les considérations qui nous ont amené à poursuivre l'étude du composé $C^{26}H^{18}O$.

III. — CONSTITUTION DU COMPOSÉ $C^{26}H^{18}O$.

Le composé $C^{26}H^{18}O$ s'obtient, comme on l'a vu, par la condensation du tétrachlorure de phtalyle (modification fondant à 88°) avec le benzène en présence de chlorure d'aluminium; mais cette condensation s'effectue en plusieurs phases, et l'étude des produits formés dans ces phases successives permet d'établir la constitution du composé $C^{26}H^{18}O$ et du tétrachlorure employé dans sa préparation.

Si l'on arrête l'opération longtemps avant d'avoir épuisé l'action du chlorure d'aluminium sur le mélange de tétrachlorure et de benzène, le produit principal de la réaction, après traitement par l'eau, est de l'antraquinone; — une condensation plus avancée détermine la formation de phényloxanthranol, et le composé $C^{26}H^{18}O$ n'apparaît qu'en dernière phase, lorsque la quantité de chlorure d'aluminium est suffisante pour produire une réaction complète.

La formation successive d'antraquinone et de phényloxanthranol nous autorise, tout d'abord, à conclure à la di-symétrie du tétrachlorure de phtalyle fondant à 88°, car, des deux formules de constitution proposées pour ce chlorure :

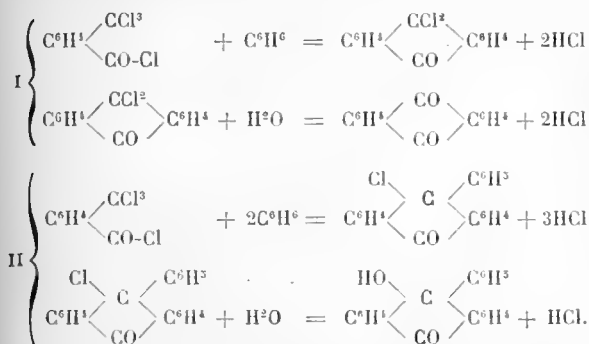


entre lesquelles aucune réaction n'avait jusqu'alors permis de décider, la formule dissymétrique est seule capable de rendre compte de la formation de ces dérivés anthracéniques :

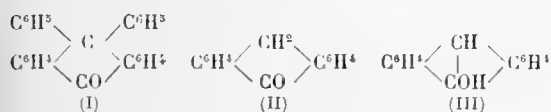
¹ HALLER et GUYOT : *Revue gén. de Mat. colorantes*, t. II, p. 4 (1898).

² Le chlorhydrate du vert phtalique cristallise avec une molécule d'eau qu'il ne perd que très difficilement; cette particularité aura échappé à Fischer et explique son erreur; la leucobase, au contraire, cristallise sans molécule de dissolvant, et les analyses de ce produit, citées par Fischer, concordent parfaitement avec les nôtres.

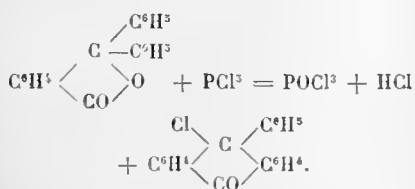
³ PRUD'HOMME : *Revue gén. de Mat. colorantes*, t. VII, p. 4 (1903).



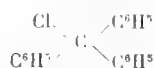
On voit ensuite, à la seule inspection de ces équations, que les vrais intermédiaires dans la préparation du composé $\text{C}^{20}\text{H}^{18}\text{O}$ sont les chlorures d'antraquinone et de phényloxanthranol, l'antraquinone et le phényloxanthranol isolés n'étant que les produits de décomposition par l'eau de ces chlorures. On devait donc pouvoir reproduire le composé $\text{C}^{20}\text{H}^{18}\text{O}$ par condensation directe de ces chlorures avec le benzène en présence du chlorure d'aluminium. L'expérience a justifié ces prévisions, et cette vérification de notre hypothèse permet, en outre, de fixer définitivement la constitution du composé $\text{C}^{20}\text{H}^{18}\text{O}$ et de le considérer comme de la diphenylanthrone (form. I), l'anthrone étant un composé (form. II) dont l'existence est encore très hypothétique, toutes les tentatives faites pour l'isoler ayant conduit à son isomère, l'antranol (form. III) :



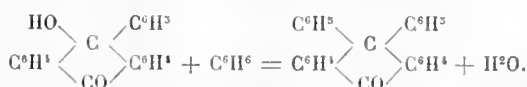
Remarquons, en passant, que le chlorure de phényloxanthranol n'était pas encore connu à l'époque où nous avons réalisé cette synthèse; on aurait évidemment pu l'obtenir, soit par chloruration du phényloxanthranol¹ au moyen de PCl_5 , soit par étherification directe de ce quinol au moyen d' HCl sec et gazeux, ainsi que l'ont montré récemment MM. Liebermann, Glawe et Lindenbaum². Une réaction nouvelle et totalement imprévue nous permet de l'obtenir beaucoup plus facilement, en chauffant vers 140° des molécules égales de diphenylphthalide et de PCl_5 :



Il est intéressant de faire remarquer l'influence du radical $-\text{CO}-$ sur la mobilité de l'atome de Cl du chlorure de phényloxanthranol; tandis que le chlorure de triphénylméthyle :



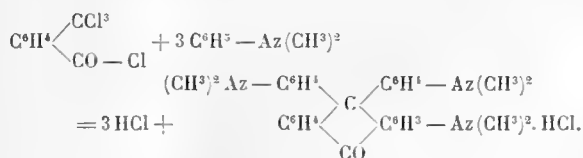
ne réagit pas sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium, et que toutes les tentatives faites dans ce sens en vue de l'obtention du tétraphénylméthane ont échoué³, un chlorure semblable, dans lequel deux noyaux benzéniques sont réunis en ortho vis-à-vis du carbone méthanique par un radical carbonyle, c'est-à-dire le chlorure de phényloxanthranol, se condense facilement avec le benzène, en donnant, comme nous venons de le voir, de la diphenylanthrone. Le phényloxanthranol lui-même réagit aussi par son groupe hydroxyle avec le benzène, conformément à l'équation :



Ce nouveau mode de formation de la diphenylanthrone, déjà entrevu par von Baeyer, et que nous avons généralisé et étendu à la préparation d'un certain nombre d'antrones homologues², met bien en évidence l'influence du radical carbonyle, puisqu'il est impossible de condenser de la même façon le triphénylcarbinol avec les carbures benzéniques³.

IV. — PREMIÈRES HYPOTHÈSES SUR LA CONSTITUTION DU VERT PHTALIQUE.

Le tétrachlorure de phtalyle donnant de la diphenylanthrone par condensation avec le benzène, et du vert phtalique par condensation avec la diméthylaniline, il semblait logique d'expliquer la formation des deux corps par un même processus, et d'assigner au colorant la constitution d'une hexaméthyltriimidodiphenylanthrone :



La forte coloration jaune des tétraalcoyldiamido-

¹ GOMBERG : *Berichte*, t. XXX, p. 2043 (1897).

² GUYOT : *Bull. Soc. ch.*, t. XVII, p. 982 (1897).

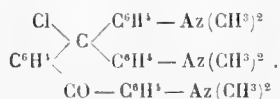
³ Dans un Mémoire qui vient de paraître tout récemment (*B.*, t. XXXVIII, p. 1799, 1905), LIEBERMANN et LINDENBAUM, ayant eu connaissance trop tard de nos recherches sur la diphenylanthrone, reproduisent, en les confirmant, la plupart de nos résultats. Ils ont été frappés comme nous de l'extrême mobilité de l'atome de chlore dans le chlorure de phényloxanthranol, et de la facilité avec laquelle la diphenyl-

⁴ LIEBERMANN et LANDSHOFF : *Berichte*, t. XIV, p. 455 (1884).

⁵ LIEBERMANN, GLAWE et LINDENBAUM : *Berichte*, t. XXXVII, p. 3337 (1904).

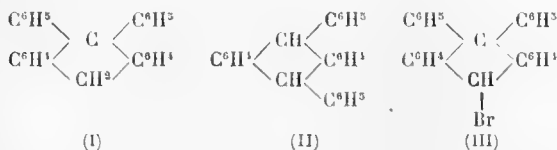
diphénylanthrones, que, dans le but de jeter quelque lumière sur la question, nous avons préparées par condensation du chlorure d'antraquinone avec la diméthylaniline et la diéthylaniline¹, semblait justifier cette formule, puisqu'elle fait bien ressortir le caractère chromogène du complexe anthronique. Pourtant, ces amidodiphénylanthrones, jaunes à l'état libre, forment des sels incolores, alors que les sels du vert phtalique sont colorés et la base incolore. D'autre part, cette formule, qui conduit bien à des sels $C^{33}H^{33}Az^3OCl$ et à un leucodérivé $C^{33}H^{33}Az^3O$, n'explique pas l'existence d'une base $C^{33}H^{33}Az^3O^2$ à deux atomes d'oxygène, ne fait pas ressortir la parenté évidente existant entre le vert phtalique et les colorants du triphénylméthane, et cadre mal avec nos connaissances actuelles sur la constitution des matières colorantes.

M. Rosenstiehl, qui a bien voulu faire quelques essais de teinture avec notre colorant, frappé de la grande analogie qu'il présente avec le vert malachite, nous proposa de l'envisager comme un vert malachite ortho-substitué par le radical p -diméthylamidobenzoylé $CO-C^6H^4-Az(CH^3)^2$, et de lui attribuer en conséquence la formule de constitution :

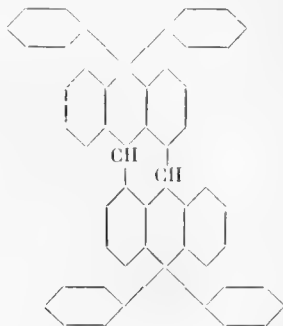


anthrone échange son atome d'oxygène contre deux atomes d'hydrogène par simple ébullition avec la poudre de zinc en solution acétique.

Le dihydruure d'anthracène γ -diphénylé dissymétrique (form. I), qu'ils obtiennent ainsi, présente sensiblement le même point de fusion (216°) que son isomère le dihydruure d'anthracène γ -diphénylé symétrique (form. II), dont nous donnons plus loin la préparation. Traité par le brome, il fournit un dérivé monobromé (form. III) :

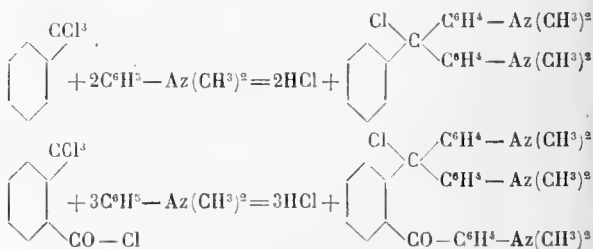


qui perd facilement à chaud deux molécules d'acide bromhydrique, et donne le carbure aromatique à poids moléculaire le plus élevé actuellement connu, le tétraphénylheptacyclène de constitution :

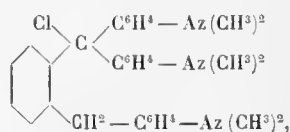


¹ HALLER et GUYOT : *Bull. Soc. ch.*, t. XXIX, p. 459 (1903).

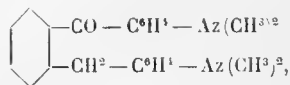
La formule de M. Rosenstiehl conduit bien à des sels en $C^{33}H^{33}Az^3OR$ ($R=Cl, Br, Az^3O$, etc.), à une base $C^{33}H^{33}Az^3O^2$ et à une leucobase $C^{33}H^{33}Az^3O$, toutes formules justifiées par l'analyse; elle fait rentrer le vert phtalique dans la classe des colorants du triphénylméthane et explique par là l'analogie évidente qu'il présente avec ces colorants et sur laquelle nous avons insisté au début de cette étude; enfin, elle présente l'avantage de rendre compte de la formation du colorant par un processus entièrement calqué sur celui de la formation du vert malachite, par condensation du phénylchloroforme avec la diméthylaniline; il suffit, en effet, de se rappeler que la formule de constitution assignée plus haut au tétrachlorure de phtalyle (modification fondant à 88°) en fait un phénylchloroforme ortho-substitué par le radical $CO-Cl$. La comparaison des deux équations ci-dessous fait ressortir ce parallélisme dans les modes de formation :



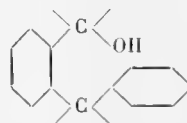
Pourtant, une semblable formule de constitution serait difficilement acceptable aujourd'hui, car elle exigerait du vert phtalique, en sa qualité de dérivé ortho-substitué du vert malachite, une solidité aux alcalis qu'il ne possède pas en réalité. Le colorant de constitution très voisine¹ :



obtenu récemment par condensation de la diméthylaniline avec la cétone² :



est, en effet, remarquablement solide. Ce dernier colorant jouit, en outre, d'une propriété qu'on devrait également retrouver dans le vert phtalique, car elle est commune à tous les dérivés, aminés ou non, renfermant le complexe :

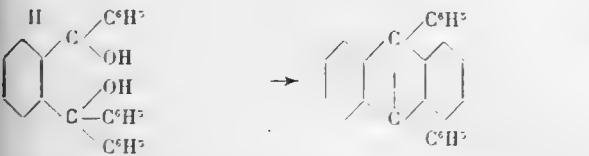
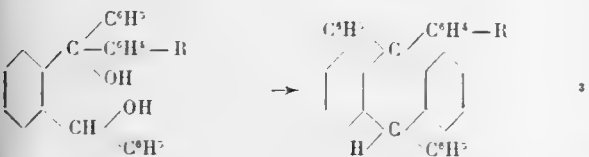
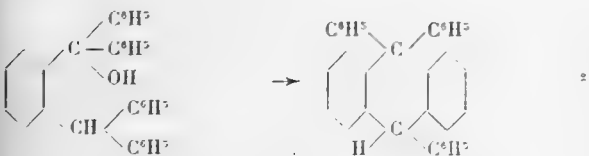
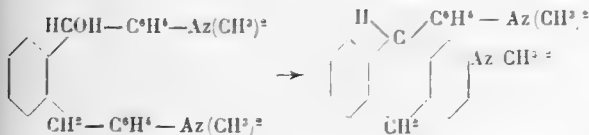
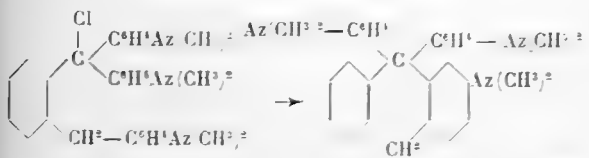


¹ GUYOT et PIGNET : Inédit.

² GUYOT et PIGNET : *Bull. Soc. ch.*, t. XXXIII, p. 678 (1905).

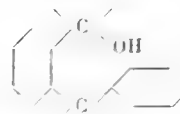
(OH peut être remplacé par Cl, Br, etc.) : je veux parler de la grande facilité avec laquelle tous ces composés se transforment en dérivés anthracéniques sous l'influence des déshydratants.

Or l'acide sulfurique est sans action, même à chaud, sur le vert phtalique, alors qu'il transforme rapidement, à froid, les composés suivants en dérivés anthracéniques correspondants :



Mais, à l'époque où M. Rosenstiehl proposait la formule de constitution précédente, on n'avait pas encore précisé le rôle de la nature des radicaux substituants sur la solidité aux alcalis des colorants du triphénylméthane, et il semblait que, seul, le groupe sulfoné placé en ortho dans le noyau non amidé du vert malachite et de ses homologues était capable de conférer cette solidité au colorant résultant.

D'autre part, la faculté dont jouissent les composés renfermant le complexe :

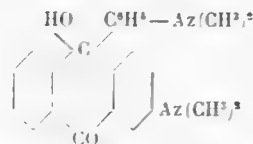


de se transformer en dérivés anthracéniques sous l'influence des déshydratants ne pouvait être considérée comme générale, les exemples cités plus haut ayant été observés à une date toute récente.

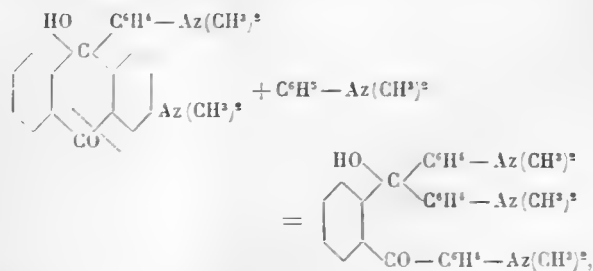
Nous nous étions donc complètement rallié à la formule de M. Rosenstiehl, et c'est dans cet esprit que nous avons publié notre premier Mémoire sur le vert phtalique, lorsqu'une nouvelle synthèse vint nous obliger à abandonner cette manière de formuler.

V. — NOUVELLES SYNTHÈSES DU VERT PHTALIQUE.

Dans le cours de nos recherches sur les acides dialcoylamidobenzoyl-benzoïques¹, nous avons obtenu un tétraméthylidiamidophényloxanthranol de constitution :



et constaté que ce composé se condense avec facilité avec la plupart des phénols, des amines et même des carbures aromatiques pour donner des colorants². Or, le colorant obtenu de cette façon avec la diméthylaniline fut reconnu identique au vert phtalique. Les rendements sont excellents, et à moins d'admettre une rupture du noyau anthracénique sous l'influence de l'agent deshydratant et une condensation simultanée de diméthylaniline, conformément au schéma :



hypothèse bien invraisemblable étant donnée la stabilité du noyau anthracénique, il n'était plus possible de conserver notre manière de formuler.

D'autre part, cette synthèse établit un nouveau parallélisme entre les modes de formation du colorant et ceux de la diphénylanthrone, cette dernière pouvant s'obtenir, comme nous l'avons vu, par

¹ GUYOT et CATEL : *C. R.* (1905).

² HALLER et GUYOT : *Bull. Soc. ch.*, t. XXXI, p. 979 (1904).

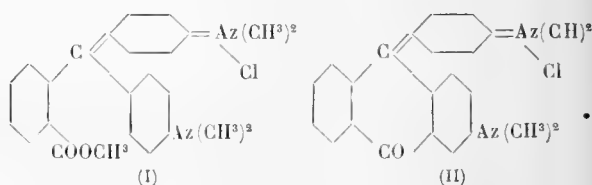
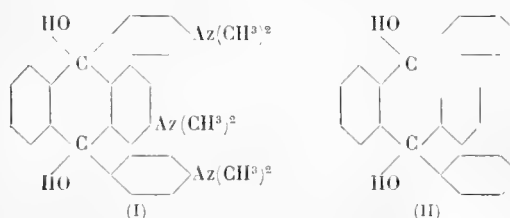
³ GUYOT et CATEL : *C. R.* (1905).

¹ HALLER et GUYOT : *Bull. Soc. ch.*, t. XXV, p. 315 (1901).

² HALLER et GUYOT : *C. R.*, t. CXXXVII, p. 606 (1903).

condensation du phényloxanthranol avec le benzène, et rappelle l'attention sur la formule anthronique que nous avons déjà envisagée un instant pour notre produit. Mais nous avons fait remarquer que la formule anthronique est incompatible avec l'existence d'une base $C^{32}H^{35}Az^3O^2$ et ne saurait, par conséquent, être prise en considération. Le parallélisme dans les modes de formation est donc purement apparent et fortuit.

Une seule explication reste possible : elle consiste à admettre la fixation d'une molécule de diméthylaniline sur le groupe CO de l'oxanthranol, en vertu d'un mécanisme analogue à celui qui donne naissance au violet cristallisé par fixation d'une molécule de diméthylaniline sur le groupe CO de la tétraméthylidiamidobenzophénone. Le vert phtalique posséderait alors la formule de constitution (I), et serait un dérivé hexaméthyltriimidé du dihydruure d'anthracène γ -diphénylé γ -dihydroxylé symétrique (II), récemment obtenu par condensa-



tion du bromure de phénylmagnésium avec l'anthraquinone¹.

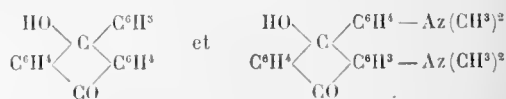
Cette formule conduit bien à des sels en $C^{32}H^{34}Az^3OR$ ($R = Cl, Br, AzO^3$, etc.), à une base $C^{32}H^{35}Az^3O^2$ et à une leucobase $C^{32}H^{36}Az^3O$; elle explique l'existence de produits de condensation avec la phénylhydrazine et l'hydroxylamine en $C^{38}H^{35}Az^5$ et $C^{32}H^{34}Az^4O$ décrits dans notre dernier Mémoire, von Baeyer, Villiger et Mothwurf² ayant observé récemment la formation de produits de condensation analogues avec le triphénylcarbinol et ses homologues; enfin, elle rend compte, mieux que toute autre, de la parenté évidente que nous avons reconnue entre le vert phtalique et le vert malachite, car notre colorant n'est autre qu'un vert malachite dont deux noyaux benzéniques sont réunis en ortho vis-à-vis du carbone central par le radical bivalent :



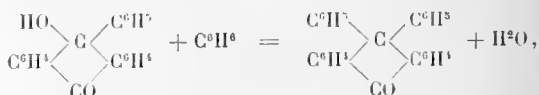
On pourrait peut-être s'étonner de ne pas retrouver dans le vert phtalique, en sa qualité de vert malachite doublement orthosubstitué, la soli-

dité aux alcalis des verts malachites monoortho-substitués; mais nous ferons remarquer qu'on n'est plus en droit d'appliquer ici des règles qui ont été établies uniquement pour des dérivés monoortho-substitués. Il semble, au contraire, d'après quelques exemples que nous possédons actuellement, que la double substitution en ortho vis-à-vis du carbone méthanique du vert malachite par un radical bivalent enlève au colorant résultant toute solidité aux alcalis. Tandis que le colorant (form. I) décrit dans le brevet allemand n° 38.863 est un bleu solide aux alcalis, son produit de condensation anthracénique (form. II), le tétraméthylidiamidophényloxanthranol, est un bleu d'une extrême sensibilité.

Enfin, il importe de remarquer que la nouvelle formule est également d'accord avec la formule dissymétrique que nous avons assignée au tétrachlorure de phtalyle, la différence de constitution des produits de condensation ultime de ce tétrachlorure avec le benzène (diphénylanthrone) et la diméthylaniline (vert phtalique) trouvant son explication dans la différence d'allure des deux oxanthranols qui prennent naissance dans l'une des phases de cette condensation. Le tétrachlorure de phtalyle réagit sur le benzène et la diméthylaniline d'une façon identique, du moins dans les premières phases de la condensation, et donne dans les deux cas les phényloxanthranols correspondants :



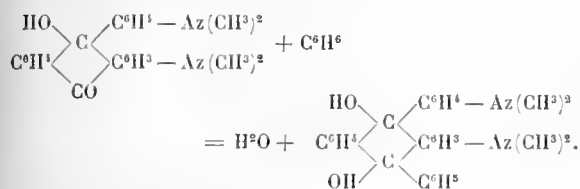
Mais, tandis que l'oxanthranol, dépouillé de tout auxochrome, se condense avec les carbures benzéniques conformément à l'équation :



nous avons montré, dans un précédent travail, que l'introduction de groupes diméthylamidés dans cette molécule en modifie à tel point les propriétés que l'oxanthranol résultant réagit dans un tout autre sens et donne, dans les mêmes conditions, des dérivés du dihydruure d'anthracène γ -diphénylé γ -dihydroxylé symétrique.

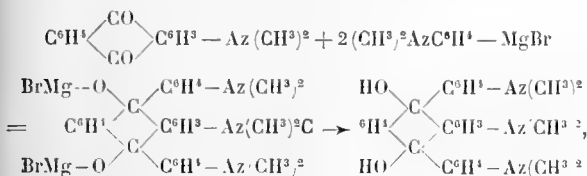
¹ HALLER et GUYOT : *Bull. Soc. ch.*, t. XXXI, p. 795 (1904).

² VON BAEYER, VILLIGER : *Berichte*, t. XXXVI, p. 3013 (1902), et MOTHWURF, *B.* t. XXXVII, p. 3150.



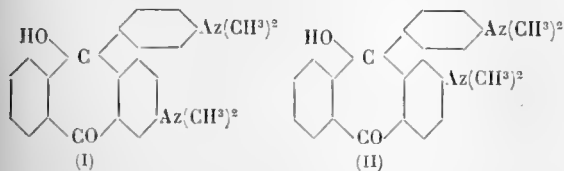
Il nous restait à confirmer la constitution que nous venons d'assigner au colorant en le reproduisant par les nouvelles synthèses qui découlent de cette manière de formuler.

Une première synthèse, par condensation du bromure de *p*-diméthylamidophénylmagnésium avec la β -diméthylamidoanthraquinone :



calquée sur celle qui conduit au dihydruide d'anthracène γ -diphénylé γ -dihydroxylé symétrique par condensation du bromure de phénylmagnésium avec l'antraquinone, présentait un intérêt tout particulier, car elle établissait nettement la présence d'un complexe anthracénique dans la molécule du vert phtalique; mais l'impossibilité que nous avons rencontrée jusqu'alors à obtenir la combinaison organomagnésienne de la *p*-bromodiméthylaniline, malgré les indications précises données récemment à ce sujet par MM. P. Ehrlich et Sachs⁴, nous a obligé à renoncer à cette préparation et à toutes celles qui mettent en œuvre le même dérivé bromé.

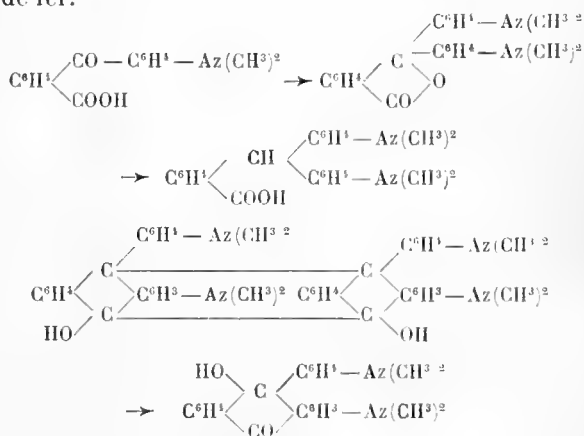
Nous avons alors tenté une autre synthèse, réalisable sans l'intervention des combinaisons organomagnésiennes. La considération du nouveau schéma assigné au vert phtalique montre, en effet, qu'on doit obtenir ce colorant non seulement, comme nous venons de le voir, par condensation du tétraméthylamidophényloxanthranol de constitution I avec la diméthylaniline, mais aussi par condensation de la diméthylaniline avec l'oxanthranol isomère de constitution II :



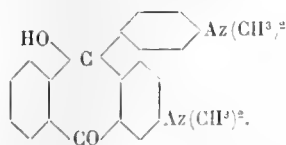
L'expérience a pleinement réussi, les rendements sont excellents dans les deux cas et la constitution du vert phtalique pourrait être considérée comme établie d'une façon définitive, si des expériences

récentes ne nous obligeaient à faire les plus grandes réserves sur la valeur de ces synthèses. Nous n'avons pu, en effet, dans une comparaison attentive, relever de différence appréciable entre les deux oxanthranols employés dans cette synthèse, et nous serions tentés de conclure à l'identité des oxanthranols, si cette identité n'était en contradiction avec leurs modes de formation et ne nous obligeait à admettre, lors de la préparation de l'un d'entre eux, une transposition moléculaire profonde et totalement inexplicable.

Le premier de ces oxanthranols, connu depuis longtemps déjà, se prépare par condensation de l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque avec la diméthylaniline, réduction de la diméthylaniline-phtaléine ainsi obtenue en acide tétraméthylamidotriphénylméthane-*o*-carbonique, condensation interne de cet acide en bitétraméthylamidophénylanthranol par simple ébullition avec l'anhydride acétique, puis oxydation de l'anthranol en oxanthranol correspondant, au moyen du perchlorure de fer.



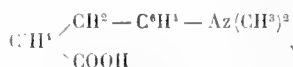
Ces opérations successives se font avec d'excellents rendements, et, comme on a pu transformer l'un des produits intermédiaires, l'acide tétraméthylamidotriphénylméthane-*o*-carbonique, en leucobase du vert malachite par distillation avec la chaux sodée, il en résulte que les deux groupes aminogènes de cet acide sont bien en para vis-à-vis du carbone méthanique et, par conséquent, aussi en para vis-à-vis de l'atome de carbone γ (imprimé en caractère gras dans la formule ci-dessous) dans l'oxanthranol qui en dérive :



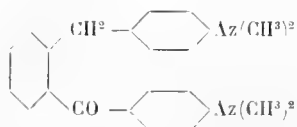
Le second oxanthranol a été obtenu récemment en partant du même acide diméthylamidobenzoylbenzoïque par un cycle de réactions totalement

⁴ EHRLICH et SACHS : *Berichte*, t. XXXVI, p. 4296.

différent, et sa constitution semblait établie avec non moins de rigueur. L'acide diméthylamido-benzoylbenzoïque, traité en milieu alcalin par la poudre de zinc, se transforme, comme nous l'avons montré autrefois, en acide diméthylamidobenzoylbenzoïque :

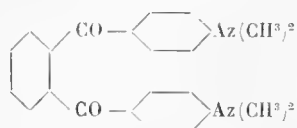


dont le chlorure, condensé avec la diméthylaniline en présence de chlorure d'aluminium, conduit à un dérivé du diphenylméthane *o*-substitué de constitution :

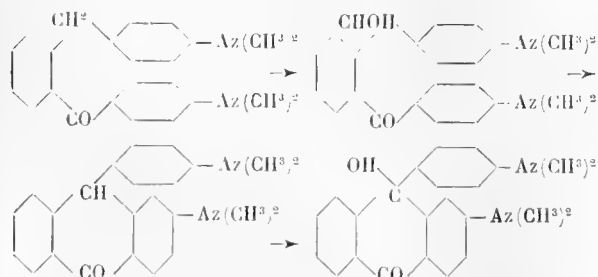


La constitution de ce composé n'est pas douteuse : elle ressort de son mode de formation, de l'étude de ses nombreux dérivés et de la nature de ses produits de dédoublement sous l'influence de la potasse en fusion, parmi lesquels on a caractérisé l'acide *p*-diméthylamidobenzoylbenzoïque. Plusieurs voies, toutes à bons rendements, permettent de passer de ce composé aux dérivés anthracéniques correspondants. La plus simple consiste à chauffer quelques minutes une solution benzéno-alcoolique du produit avec la quantité théorique de chloranile.

Nous espérons obtenir ainsi le tétraméthylamidodibenzoylbenzène ortho :

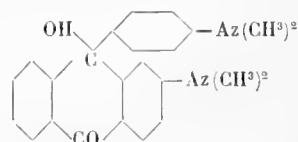


nous avons obtenu son isomère, le deuxième tétraméthylamidophényloxanthranol. La réaction s'est effectuée sans doute en plusieurs phases, et, bien que nous n'ayions pu saisir les termes de passage, il est très probable que l'oxanthranol se forme par le processus suivant :



Quelle que soit d'ailleurs l'interprétation admise, la préparation de cet oxanthranol par oxydation d'un dérivé ayant ses deux groupes amidés en para vis-à-vis de radicaux — CO — et CH² — implique nécessairement la présence de deux groupes ami-

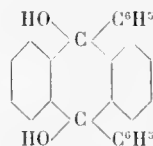
nogènes en para vis-à-vis des deux atomes de carbone γ de l'oxanthranol résultant. L'oxanthranol de constitution suivante :



est le seul qui satisfasse à cette condition.

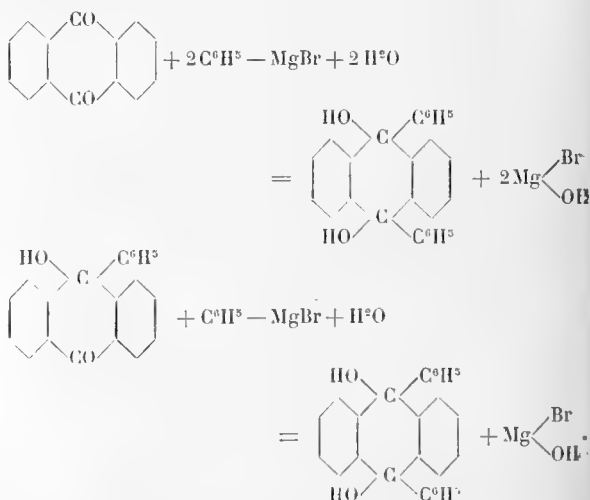
VI. — LE CHROMOGÈNE DU VERT PHTALIQUE.

Le vert phtalique est le premier représentant d'une classe nouvelle de colorants dont on a préparé, depuis lors, un assez grand nombre de termes par condensation des tétraméthylamidophényloxanthranols précédents avec le benzène, le toluène, les xylènes, l'éthylbenzène, l'anisol, le phénétol, le pyrogallol, etc.¹. Tous ces composés dérivent du dihydruure d'anthracène γ -dihydroxylé γ -diphénylé symétrique :



comme les colorants du triphénylméthane dérivent du triphénylcarbinol.

Il nous a semblé intéressant de préparer ce diol et de le comparer au triphénylcarbinol et au vert phtalique. Cette étude nous a révélé des propriétés fort curieuses. Le dihydruure d'anthracène γ -dihydroxylé γ -diphénylé symétrique, que par abréviation nous appellerons désormais *diol*, s'obtient facilement par condensation du bromure de phénylmagnésium avec l'antraquinone ou le phényloxanthranol :



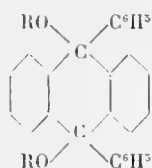
¹ STAHLING : Thèse de doctorat à l'Université de Nancy, avril 1905.

C'est, du reste, du phényloxanthranol qui se forme tout d'abord dans l'action ménagée du bromure de phénylmagnésium sur l'antraquinone; et, lorsqu'on se place dans des conditions telles que l'antraquinone soit toujours en large excès vis-à-vis de la combinaison organomagnésienne, on peut préparer commodément des quantités considérables de ce quinol, sans avoir recours au procédé ancien, fort long et assez pénible, décrit par Baeyer.

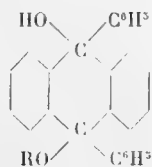
Il est facile de concevoir l'existence d'homologues du précédent diol en remplaçant dans cette préparation l'antraquinone et le bromure de phénylmagnésium par leurs homologues. On a ainsi obtenu des composés dont les propriétés générales sont entièrement comparables à celles du diol type.

Tous ces composés se dissolvent dans l'acide sulfurique concentré avec une coloration bleu indigo ou vert malachite très intense et très caractéristique, qu'il est intéressant de rapprocher de la coloration rouge fuchsine, également très caractéristique, donnée dans les mêmes conditions par les phényloxanthranols. On sait que la faculté de donner des solutions sulfuriques fortement colorées est caractéristique des phénylcarbinols; cette coloration est intimement liée à la formation d'un sulfate coloré, que von Baeyer a pu isoler dans certains cas à l'état cristallisé, et l'on se rappelle les conclusions toutes récentes que ce savant a tirées de l'existence de ces sulfates colorés, conclusions qui l'ont amené à proposer une nouvelle formule de constitution des colorants du triphénylméthane¹.

Comme le triphénylcarbinol également, les diols s'éthérifient avec la plus grande facilité, en présence d'un alcool et d'une trace d'un acide minéral, en donnant les éthers disubstitués correspondants :



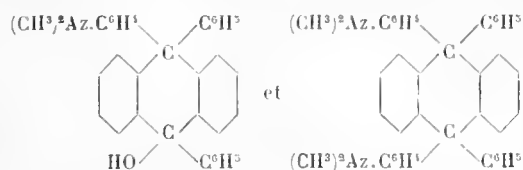
Il suffit de laisser tomber une goutte d'acide chlorhydrique dans une solution alcoolique du diol pour obtenir aussitôt une abondante cristallisation de l'éther correspondant. Quant aux éthers mono-substitués :



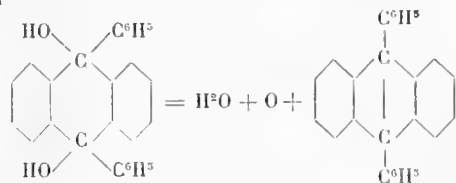
on les prépare facilement par condensation du

bromure de phénylmagnésium avec les éthers du phényloxanthranol.

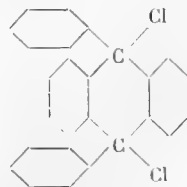
Enfin, les diols rappellent également le triphénylcarbinol par l'aptitude qu'ils possèdent de se condenser avec la diméthylaniline et ses homologues, par simple ébullition des composants en solution acétique, pour donner des dérivés γ -tri et γ -tétra-substitués, sur lesquels nous reviendrons plus loin :



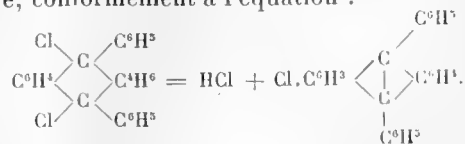
Mais la propriété la plus remarquable de ces diols, propriété tout à fait inattendue et sur laquelle nous désirons appeler l'attention, réside dans leur pouvoir fortement oxydant. Ces carbinols cèdent, en effet, avec la plus grande facilité, un atome d'oxygène aux molécules avec lesquelles ils se trouvent en présence, en se transformant en carbures anthracéniques :



Ils oxydent les leucodérivés en colorants, mettent en liberté l'iode de l'iodure de potassium, etc., et leurs propriétés oxydantes sont telles qu'en leur présence l'acide chlorhydrique se comporte comme un agent de chloruration. Ainsi s'explique la formation, en apparence paradoxale, de diphénylanthracène chloré dans l'action de HCl gazeux et sec sur une solution acétique et bouillante du diol. Le mécanisme de la réaction est facile à saisir : lorsqu'on répète, en effet, l'opération au-dessous de 100°, la liqueur se remplit de feuillets blancs nacrés de l'éther dichlorhydrique normal :



Or ce composé, chauffé au-dessus de 100° au sein d'un dissolvant neutre quelconque, perd aussitôt HCl et se transforme en diphénylanthracène chloré, conformément à l'équation :



¹ V. BAEYER : *Berichte*, t. XXXVIII, p. 369 et 4156 (1905).

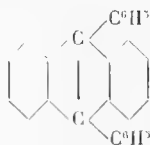
La position de l'atome de chlore dans cette molécule reste hypothétique, toutes les tentatives faites pour transformer par oxydation le carbure chloré en anthraquinone ou chloranthraquinone ayant échoué.

Ce phénomène de chloruration sous l'influence de l'acide chlorhydrique, qui rappelle la transformation dans les mêmes conditions de la benzoquinone en hydroquinone chlorée et du flavanthrène en indanthrène chloré¹, met en évidence les propriétés fortement oxydantes de ces diols. On conçoit donc qu'en raison de ces propriétés il ait été impossible de préparer avec ces diols des produits de condensation avec l'hydroxylamine et la phénylhydrazine, analogues à ceux que forment, dans les mêmes conditions, le vert phtalique et les triphénylcarbinols.

Il est intéressant, toutefois, de faire observer que les propriétés si caractéristiques de ces diols, faculté d'oxydation et faculté de condensation, disparaissent dès qu'on opère en milieu neutre ou alcalin.

Ainsi, contrairement à toute prévision, l'amalgame de sodium est sans action sur ces diols en milieu alcoolique, alors qu'une foule de composés organiques réduisent les diols en milieu acétique; on peut faire bouillir sans altération une solution de diol dans la diméthylaniline, alors qu'en présence d'acide acétique cette amine se condense rapidement, à la température du bain-marie, pour donner, comme nous le verrons plus loin, des dérivés γ -tétrasubstitués du dihydrure d'anthracène. Baeyer, dans un récent Mémoire², a fait observer que l'activité de l'hydroxyle du triphénylcarbinol et de ses homologues ne se manifeste également qu'en milieu acide; ces deux ordres de faits sont donc entièrement comparables.

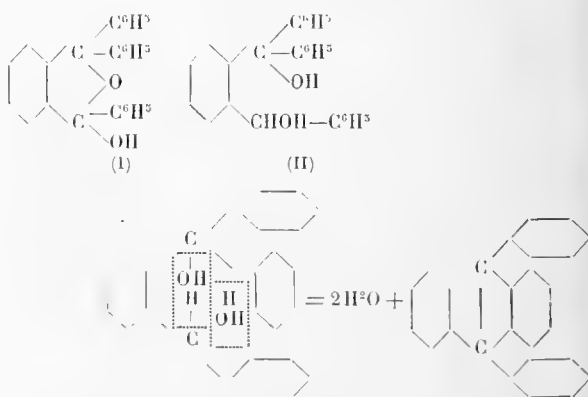
Les carbures anthracéniques du type :



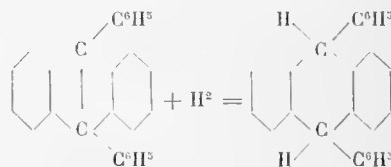
qui prennent naissance toutes les fois que les diols interviennent comme oxydants dans une réaction, sont des carbures colorés dont les solutions possèdent une fluorescence violette de toute beauté. Ils régénèrent facilement les diols par oxydation.

On peut encore les obtenir par une voie toute différente, qui présente un intérêt tout particulier en raison de sa commodité pour préparer des quantités considérables de carbure. Nous avons montré,

dans un travail récent¹, que le bromure de phénylmagnésium réagit sur la diphenylphtalide, l'éther phtalique ou l'éther *o*-benzoyl-benzoïque en donnant, dans les trois cas, comme produit de condensation ultime, le triphényl-oxy- $\alpha\alpha'$ -benzo- $\beta\beta'$ -dihydro- $\alpha\alpha'$ -furfurane (form. I). Or, ce composé, réduit par l'amalgame de sodium, fixe deux atomes d'hydrogène avec rupture du noyau furfuranique et donne l'*o*-benzhydryltriphenylcarbinol (form. II), que l'acide sulfurique concentré transforme instantanément, à froid, en diphenylantracène, par un mécanisme représenté par le schéma ci-dessous :



Traités par l'amalgame de sodium, ces carbures anthracéniques se transforment facilement en dihydrures incolores, non fluorescents et facilement oxydables. Le diphenylantracène donne, dans ces conditions, un dihydrure fondant à 218°, dont la constitution n'est pas douteuse :



C'est donc par erreur que Linebarger³ a attribué autrefois une semblable formule de constitution à un produit fondant à 164°, obtenu à côté d'autres composés dans l'action assez complexe du chlorure de benzylidène sur le triphénylméthane.

Telles sont, rapidement résumées, les propriétés des carbinols d'où dérivent le vert phtalique et ses homologues. On ne retrouve aucune de ces propriétés si caractéristiques dans les colorants; ces corps ne jouissent d'aucune propriété oxydante; ils sont incapables de se condenser avec les amines aromatiques pour donner des dérivés du dihydrure d'anthracène γ -tétraphénylé; leurs solutions dans l'acide sulfurique concentré sont d'un jaune pâle, alors que les carbinols dépouillés de

¹ SCHOLL et BERBLINGER.

² BAEYER : *Berichte*, t. XXXVIII, p. 1160.

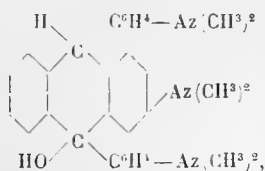
¹ GUYOT et CATEL : *C. R.*, 1903.

² LINEBARGER : *Am. chem. Journal*, t. XIII, p. 556.

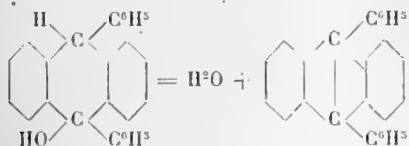
tout auxochrome donnent, avec le même acide, des solutions bleu indigo ou vert malachite très intense; enfin, leurs leucodérivés renferment de l'oxygène et ne se rattachent donc pas aux carbures que nous venons de décrire. Mais c'est un fait constant que l'introduction d'auxochromes dans la molécule d'un chromogène modifie à tel point les propriétés du composé résultant qu'on n'y retrouve plus l'allure de la molécule primitive. Les propriétés si fortement oxydantes du chlorure de pyryle, sur lesquelles M. Fosse attirait l'attention dans un précédent article¹, ne se retrouvent pas dans ses dérivés amidés, les pyronines; l'aptitude que possède le triphénylcarbinol de se condenser avec les phénols² et les amines aromatiques, par simple ébullition des composants en solution acétique, n'existe plus dans les amidotriphénylcarbinols, et c'est en vain qu'on a tenté de préparer des dérivés du tétraphénylméthane par condensation du vert malachite ou du violet cristallisé avec une amine ou un phénol quelconques. Nous même avons attiré plus haut l'attention sur la différence d'allure très nette que présentent le phényloxanthranol et son dérivé tétraméthylamidé vis-à-vis du benzène, de ses homologues, des phénols et des amines.

On sait aujourd'hui qu'il n'existe aucune corrélation entre la couleur de la solution d'un colorant dans l'acide sulfurique et la couleur de la solution, dans le même acide, du carbinol dépouillé de tout auxochrome. Le bleu Victoria, par exemple, se dissout dans l'acide sulfurique concentré en orangé, alors que son carbinol générateur, le diphenylnaphtylcarbinol, s'y dissout en vert intense.

Enfin, c'est également à la présence des auxochromes qu'il faut attribuer, chez le vert phtalique et ses homologues, la propriété de donner des leuco-dérivés de la forme :

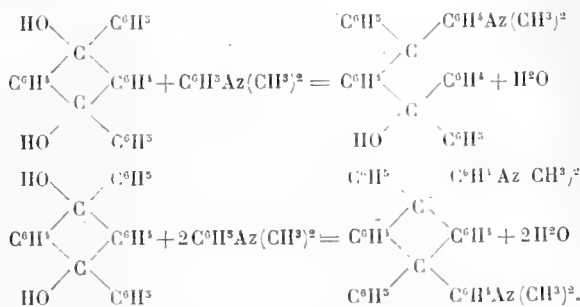


alors que toutes les tentatives faites pour obtenir un composé du même type, mais sans auxochrome, soit par réduction ménagée du diol, soit par oxydation ménagée du carbure, ont toujours conduit au diphenylantracène par suite d'une déshydratation interne :



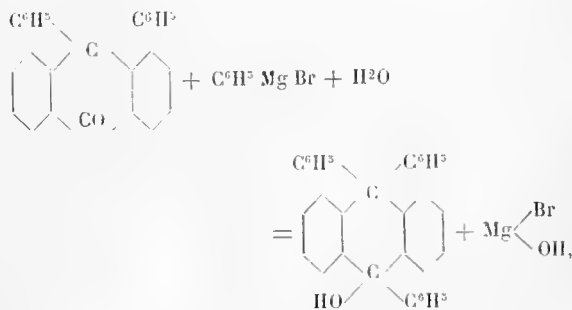
VII. — LES DÉRIVÉS γ -TRI ET γ -TÉTRA-ARYLÉS DU DIHYDRURE D'ANTHRACÈNE.

Nous avons vu que les diols se condensent facilement avec la diméthylaniline et ses homologues, par simple ébullition des composants dans l'acide acétique, pour donner, selon les proportions des composants mis en œuvre, des dérivés du dihydrure d'anthracène γ -tri et γ -tétra-substitués :

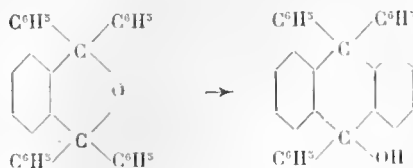


Toutefois, cette méthode, qui conduit à d'excellents résultats pour la préparation des dérivés tétra-substitués, est d'une exécution délicate quand on se propose d'obtenir les dérivés trisubstitués.

Mais on peut très aisément préparer ces dérivés trisubstitués, soit par condensation du bromure de phénylmagnésium et de ses homologues avec l'une des nombreuses diphenylantrones actuellement connues :

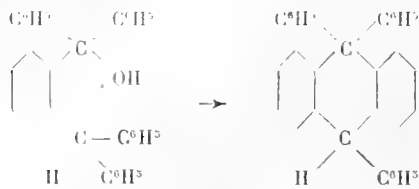


soit par transposition moléculaire des tétraphényl- $\alpha\alpha'$ -benzo- $\beta\beta'$ -dihydro- $\alpha\alpha'$ -furfuranes décrits dans l'un de nos derniers Mémoires :



cette transposition s'effectuant rapidement au contact de l'acide sulfurique concentré, soit enfin par condensation anthracénique des composés du type :

¹ *Revue générale des Sciences* du 30 sept. 1903.
² HALLER et GUYOT : *Bull. Soc. ch.*, t. XXXI, p. 979.



résultant de l'action du bromure de phénylmagnésium et de ses homologues sur les éthers des acide-triphénylméthane-o-carboniques. On obtient, dans ce dernier cas, un carbure d'où l'on passe facilement au carbinol par oxydation.

La coloration rouge orangé de ces carbinols dans l'acide sulfurique concentré, la grande facilité avec laquelle ils se réduisent, s'éthérifient ou se condensent avec une molécule d'amine ou de phénol pour donner des dérivés du dihydrure d'anthracène

γ -tétrasubstitués, rappellent de très près le triphénylcarbinol. Ici encore, et conformément à l'observation de von Baeyer, l'activité de l'hydroxyle carbinolique ne se manifeste qu'en milieu acide.

Remarquons, en terminant, que la plupart des dérivés γ -substitués du dihydrure d'anthracène peuvent théoriquement exister sous les deux formes stéréochimiques cis et trans. On n'obtient, en général, que l'un des deux composés; toutefois, dans la condensation des diols avec la diméthylaniline et la diéthylaniline par ébullition des deux composants en solution acétique, on obtient des quantités égales et presque théoriques des isomères cis et trans⁴.

A. Guyot,

Maitre de Conférences
à la Faculté des Sciences de Nancy

REVUE ANNUELLE DE MÉDECINE

I. — SYPHILIS.

Peu de faits ont eu cette année, dans le domaine médical, un aussi grand retentissement que la découverte du spirochète pâle : c'est le microbe présumé de la syphilis. Jusqu'ici les expériences de contrôle qui sont faites de toutes parts semblent confirmer la spécificité de cet agent.

Depuis qu'on sait le rôle des microbes dans la production des maladies, on est convaincu que la syphilis est d'origine microbienne. Sa contagiosité, sa transmission héréditaire, la netteté de ses symptômes caractéristiques, leur filiation, leur marche l'ont fait classer parmi les infections générales le plus hautement spécifiques. Il semblait bien qu'un agent figuré pût seul reproduire cette maladie aux allures à la fois si fixes et si variées. Aussi, depuis vingt-cinq ans, on n'a cessé d'en chercher le microbe pathogène, et, maintes fois, on crut l'avoir trouvé. De nombreux parasites de tous ordres ont été donnés tour à tour comme les agents spécifiques de la vérole : toujours il fallut les rejeter après examen et remettre la question à l'étude. On se souvient de l'importance que prit jadis le bacille décrit par Lutzgarten; il y a quelques semaines à peine, Pommay décrivait encore un champignon à mycelium filamenteux dont la culture aisée sur les milieux usuels devait lui permettre d'obtenir un vaccin actif.

Au début de l'année, un savant berlinois avança que la syphilis était due à un protozoaire. Schaudinn, à qui ses études antérieures sur les Protozoaires, entre autres sur le spirille de la fièvre récurrente, avaient donné une compétence spéciale, fut

chargé par l'Office Sanitaire de Berlin de rechercher ce protozoaire. Il ne le trouva point; mais, grâce à une technique particulière de coloration, il put voir dans trois cas de syphilis un microbe en spirale, un spirochète. Ce fut après cette constatation qu'avec le concours d'un syphiligraphie, Hoffmann, il entreprit des recherches sur des syphilitiques. Ils examinèrent des chancres, des papules, des bubons; ils trouvèrent, dans 26 cas, ce même spirochète. Avec une réserve prudente, tout à leur éloge, ils signalèrent le fait sans vouloir préjuger le rôle pathogénique du nouveau parasite.

Celui-ci est un protozoaire spiralé, que ses caractères morphologiques firent nommer *Spirochæte pallida*, à cause de son peu d'affinité pour les réactifs colorants. Le spirochète de Schaudinn a une longueur de 4 à 14 μ et une épaisseur de 0,5 μ et moins. Il est très mobile. Ses spires bien régulières, serrées, sont au nombre de 6 à 14.

On peut rappeler qu'antérieurement Bordet et Gengou avaient trouvé, dans un chancre et des plaques muqueuses, un spirochète si difficilement colorable et si délicat que des recherches ultérieures, faites par divers microbiologistes et par les auteurs eux-mêmes, ne le découvrirent plus. Était-ce celui de Schaudinn? C'est vraisemblable, car Metchnikoff et Roux, à qui Bordet a récemment envoyé une ancienne préparation, disent y avoir, « non sans peine, reconnu un spirille absolument identique » au *Spirochæte pallida* Schaudinn.

Hoffmann et Schaudinn demandèrent le contrôle de leurs recherches à l'Institut Pasteur, où Metch-

⁴ Conférence faite au Laboratoire de M. Haller, à la Sorbonne.

nikoff et Roux ont des séries de sujets en observation pour leurs travaux sur la syphilis expérimentale. Au cours de leurs examens, tant sur des chimpanzés que sur des macaques syphilités, Metchnikoff et Roux trouvèrent le *Spirochæte pallida* tantôt en grand nombre, tantôt très rare ; quelques fois la recherche fut vaine. Ces observateurs insistent, d'ailleurs, sur la grande variabilité du nombre de ces spirilles, sur leur répartition inégale et capricieuse dans les produits syphilitiques. Lors de leur communication à l'Académie de Médecine, chez 4 singes syphilités sur 6, ils avaient trouvé des spirochètes.

Ayant obtenu ce résultat, ils cherchèrent le spirochète dans le suc provenant du raclage de papules chez l'homme. Ils choisirent les papules les plus jeunes et dont le siège était le plus éloigné de l'accident primitif. Dans ces conditions, le spirochète fut trouvé seul, sans les microbes étrangers qui habitent si souvent les lésions syphilitiques, qui peuvent en dénaturer l'aspect et en modifier l'évolution. Quatre fois sur six, ils le trouvèrent.

Il faut ajouter que des recherches faites sur des lésions cutanées d'une nature autre que la syphilis, tant à l'Institut Pasteur que dans d'autres établissements, n'ont pas donné lieu à la constatation du même spirochète.

En résumé, ce micro-organisme semble jusqu'ici n'exister que dans la syphilis ; et, dans celle-ci, il n'est pas toujours décelable. Ce dernier fait est négligeable, parce qu'on sait que, dans certaines maladies infectieuses des mieux caractérisées au point de vue clinique et dont l'agent est aisément visible, dans la tuberculose par exemple, il est souvent impossible de déceler le bacille pathogène.

On n'a pas encore réussi à obtenir des cultures du *Spirochæte pallida*, pas plus que des autres spirilles, d'ailleurs, qui sont cependant reconnus comme les agents de certaines septicémies, comme le spirille d'Obermeier, cause de la fièvre récurrente.

De l'ensemble de ces recherches, Metchnikoff et Roux admettent que la syphilis peut être une spirillose chronique, produite par le spirochète de Schaudinn.

Dans une conférence récemment faite à la Société de l'Internat, Metchnikoff mit en parallèle la fièvre récurrente et la syphilis. Il montra les deux microbes spirillaires affectant également l'homme et les singes ; mais, indiquant la « différence entre l'allure aiguë de la fièvre récurrente et la chronicité de la syphilis », l'éminent bactériologiste ne fit pas allusion aux formes aiguës de la syphilis. Parmi les types fébriles que revêtent celles-ci, on distingue un type continu, qu'on a appelé la typhose syphilitique, et un type intermittent, dit fièvre

intermittente syphilitique, avec périodes alternatives de haute élévation de température et d'apyrexie complète.

Or, ce type thermique présente d'évidentes analogies avec la spirillose d'Obermeier, remarquable par ses accès à rechute de pyrexie excessive, entrecoupés de périodes d'apyrexie complète.

A la suite de ces observations, nombre d'auteurs ont poursuivi des études dans le même sens. Levaditi, voulant prouver le rôle pathogène spécifique du spirochète de Schaudinn, en rechercha la présence dans la syphilis congénitale, là où la syphilis vient de passer de la mère au fœtus. Or, dans le liquide prélevé sur un enfant de huit jours portant des bulles de pemphigus, Levaditi trouva le spirochète. Il existait également dans les organes. Cette même constatation a été faite dans le foie et la rate d'un nouveau-né syphilitique par Buschke et par Fischer. Dans un autre cas, Levaditi trouva le spirochète dans des bulles de pemphigus, mais ne put le déceler ni dans les viscères, ni dans la moelle.

Plusieurs observateurs, tant à l'étranger (Wechselsmann, Frosch, Babes et Punca, etc.) qu'en France (Milian, Queyrat et Joltrain, etc.), ont, soit trouvé le *Spirochæte pallida* dans les lésions syphilitiques, soit noté son absence dans des lésions qui ne sont évidemment pas de nature syphilitique.

Bayet et Jacqué (de Bruxelles) ont publié une statistique de leurs recherches. Ils ont vu le spirochète de Schaudinn : 9 fois dans le chancre primitif ; 9 fois dans le suc obtenu par ponction des ganglions satellites ; 3 fois dans des papules secondaires ulcérées ou non ; 1 fois dans le foie ou la rate d'un nouveau-né hérédito-syphilitique. Une de leurs observations concerne un chancre du dos de la main et du ganglion épitrochléen correspondant.

Si les constatations positives sont en majorité quand il s'agit de lésions superficielles ou héréditaires, quelques auteurs ont signalé leur défaut dans les liquides organiques. C'est ainsi que Widal et Ravaut n'ont pu voir le spirochète dans le liquide céphalo-rachidien, riche en lymphocytes, de 15 malades présentant, soit des éruptions secondaires, soit des signes de syphilis cérébrale ou médullaire.

A côté du *Spirochæte pallida*, l'accompagnant même souvent, il existe un organisme voisin, qui, de prime abord, peut prêter à la confusion : c'est le *Spirochæte refringens*. Il a été signalé par Schaudinn lui-même et d'autres observateurs. Un savant autrichien, Kraus, qui trouva le spirochète de Schaudinn dans les lésions syphilitiques avérées, a insisté sur la présence fréquente du spirille réfringent, en dehors de la syphilis, dans le smegma, les sécrétions vaginales, le pus des bala-

nites, les condylomes, etc. Bien que ses caractères morphologiques soient voisins du *Spirochaete pallida*, il y a cependant des moyens de les différencier. Kraus a proposé une différenciation par les réactions colorées, basée sur ce fait que les spirilles réfringents sont aisément colorables par les couleurs basiques d'aniline. En outre, leurs spires sont moins nombreuses et plus espacées.

Signalons encore que, tout récemment, Hoffmann a retrouvé dans les cancers *ulcérés* des spirochètes analogues à celui de Schaudinn. Toutefois, ils sont plus épais, ont des spires plus accentuées et plus nombreuses, et prennent mieux la couleur. Hoffmann a vu dans ces spirochètes des éléments en forme de croissant ou spiralés se colorant en rouge par le procédé de Giemsa¹.

Ces faits sont extrêmement importants; ils sont favorables à la spécificité, au rôle pathogénique du *Spirochaete pallida*; mais ils ne constituent pas encore une preuve certaine. Pour que le problème fût résolu, il faudrait prouver que le spirochète de Schaudinn, inoculé, *seul*, reproduit constamment la syphilis. Pour arriver à cette expérience décisive, l'obtention de cultures pures du spirochète, c'est-à-dire l'isolement parfait du parasite, est nécessaire. Ce résultat n'est pas encore atteint.

Le moment n'est pas encore venu — malgré toute l'agitation qui s'est faite autour de cette question — de parler de sérum curatif. Il faut garder la réserve prudente dont les plus autorisés des auteurs, les inventeurs eux-mêmes, Schaudinn et Hoffmann, puis l'Institut Pasteur, ont donné l'exemple.

II. — ATHÉROME EXPÉRIMENTAL.

Les artères, quand l'homme arrive à l'âge mûr, subissent souvent une dégénérescence en certains points, répartis très inégalement sur leur surface interne. Sur la membrane interne d'une artère, de l'aorte, par exemple, apparaissent de petites plaques grises, à peine visibles, gélatineuses au début, qui deviennent molles et jaunâtres, se remplissent de granulations graisseuses, puis d'un magma de cellules, de graisse et de cholestérine et de cristaux aciculaires d'acides gras, puis finissent, au bout d'un certain temps, par s'incruster de sels calcaires. Par leur développement, elles se réunissent, se confondent et transforment la surface lisse des vaisseaux en une vaste plaque inégale et anfractueuse, le tissu doux, souple et élastique de l'artère en une croûte rugueuse, couverte d'aspérités aiguës, dure, cassante. C'est l'athérome artériel. La pustule athéromateuse est, de la sorte, remplie d'une sorte de boue, ce qu'exprime le mot athérome.

¹ C'est le procédé de coloration d'élection pour le spirochète de Schaudinn.

Cette dégénérescence est considérée comme l'effet d'intoxications lentes plus ou moins nettement déterminées. On l'a attribuée à l'action de poisons fournis par l'organisme lui-même au cours d'élaborations viciées, ou bien de poisons étrangers introduits dans l'économie, comme l'alcool, le plomb, ou de toxines infectieuses, comme le poison typhique.

Pour déterminer la part de chacun de ces agents, on a tenté à plusieurs reprises de produire artificiellement l'athérome. Gilbert et Lion, Crocq, Boinet et Romary, en injectant des toxines microbiennes diverses aux animaux, ont pu provoquer, avec ou sans traumatisme préalable de la paroi artérielle, des lésions semblables à l'athérome, du moins à ses débuts.

Mais c'est par les injections intra-veineuses répétées de quelques gouttes d'une solution d'adrénaline au 1/1.000^e (extrait de capsules surrénales) qu'on obtient l'athérome le plus caractérisé, à tous ses états, allant jusqu'à la transformation calcaire de la pustule athéromateuse. Le mérite de cette découverte revient à Josué qui, le premier, signala le fait à la Société de Biologie en novembre 1903.

Assez vite, ces injections provoquent des lésions accusées, puisque les premières expériences de Josué déterminèrent en cinq semaines, chez le lapin, la formation de plaques calcaires sur l'aorte thoracique et abdominale et, en même temps, une dilatation du cœur.

En poursuivant l'expérience plus longtemps, au bout de trois mois, on trouve les mêmes lésions, mais plus nombreuses et beaucoup plus étendues. Josué a même pu observer la formation d'une poche anévrysmale (on sait que tout défaut de résistance sur un point d'une paroi artérielle peut être l'origine d'un anévrysme). Pour produire cet athérome, il importe que l'adrénaline soit versée directement dans la circulation sanguine; les injections de cette substance pratiquées sous la peau n'y suffisent pas.

Autrefois, on pensait que l'hypertension artérielle que présentent beaucoup d'athéromateux était la cause productrice de l'athérome. Comme l'adrénaline a pour effet d'élever considérablement la tension artérielle, on pouvait se demander si l'athérome expérimental n'était pas causé simplement par l'hypertension. Cette idée perd ses partisans. Nous verrons plus loin qu'elle n'est pas corroborée par les faits d'expérimentation. Il est probable que l'athérome résulte d'une action plus directe de la substance toxique.

L'action expérimentale de l'adrénaline étant acquise, il devenait nécessaire de chercher ce qu'étaient les capsules surrénales chez les sujets atteints d'athérome. Josué et Bernard virent, dans trois cas d'athérome spontané chez l'homme, des

lésions notables des capsules surrénales. Ces organes étaient plus volumineux et plus durs que normalement. Les cellules des diverses couches qui constituent le parenchyme étaient toutes modifiées : état spongieux des cellules corticales, surcharge pigmentaire des cellules de la couche réticulée. Ces transformations accompagnent d'habitude la suractivité fonctionnelle de la glande. Malheureusement, il est impossible, dans les délais autorisés des autopsies, d'obtenir des capsules surrénales dont la substance médullaire, sans doute la plus importante, celle qui est le siège de la sécrétion de l'adrénaline, soit en état convenable de conservation. Aussi ne peut-elle être l'objet d'une investigation complète. Néanmoins, l'existence évidente des lésions surrénales coïncidait avec l'athérome. C'était un fait important à l'appui de la thèse de Josué.

D'autres observateurs ont poursuivi l'étude de cette question en divers sens. Pic et Bonnamour (de Lyon) ont confirmé les expériences de Josué.

Injectant à des lapins quelques gouttes d'adrénaline, ils observèrent une fois sur trois la production d'un athérome aortique très accusé. L'aorte était devenue dure, rigide et couverte de plaques athéromateuses. Ils remarquèrent, en outre, que l'expérience était d'autant plus démonstrative que l'animal était plus âgé.

Ils ont eu l'idée de poursuivre ces essais sur des lapins préalablement tuberculisés. Chez ceux-ci, quel que fût leur âge, l'athérome expérimental fut réalisé, mais toujours avec une intensité proportionnelle à l'âge. Il résulte de ces faits que l'athérome semble être fonction de l'âge et qu'une infection antérieure favorise sa production.

Lortat-Jacob et Sabareanu, ayant vu que l'ablation thyroïdienne empêche la production de l'athérome expérimental, eurent l'idée de faire les mêmes essais sur d'autres glandes. Ils enlevèrent les testicules à des animaux et virent que cette castration favorise dans des proportions notables la formation de l'athérome surrénal.

Pearce et Stauton ont constaté, après des injections intraveineuses d'adrénaline fréquentes (5 à 6 fois 2 gouttes par jour), au bout de douze jours, des îlots de dégénérescence dans les tuniques interne et moyenne de l'aorte, mais sans lésions macroscopiques. Puis la tunique élastique s'altère par allongement et rupture des fibres spiralées. Plus tard, les artères deviennent extrêmement friables et se revêtent de plaques calcaires. Josué, dans certaines de ses préparations expérimentales, a signalé la dissociation et le dédoublement de la tunique élastique de l'artère; ce fait s'observe également sur les artères athéromateuses de l'homme.

L. Braun a recherché le processus par lequel

l'adrénaline peut déterminer la lésion artérielle. On sait que l'artério-sclérose s'accompagne souvent d'élévation de la tension artérielle : ce fait servit de base à une théorie, soutenue par Huchard, qui attribuait à cette hypertension un rôle causal. Il semble, au contraire, que ce soit seulement l'effet du défaut d'élasticité des artères. Braun, expérimentalement, s'oppose à l'élévation de la pression artérielle que provoque généralement l'adrénaline par l'injection de nitrite d'amyle. Malgré cela, la lésion artérielle se produit. Ajoutons que Josué, de son côté, n'a pu déterminer l'athérome expérimental par l'injection de substances qui augmentent la tension artérielle. Il faut donc attribuer l'action de l'adrénaline plutôt à une toxicité spéciale de ce corps qu'à une hypertension vasculaire.

Sturli eut l'idée d'expérimenter l'action de la méthylamine-acéto-benz-catéchine, dont la composition chimique et l'action physiologique sont analogues à celles de l'adrénaline. Cette substance contracte les vaisseaux et, secondairement, amène une élévation de la pression artérielle. Les expériences de Sturli confirment les lésions ordinairement constatées sous l'influence de ces actions, c'est-à-dire l'amincissement des parois et la dilatation secondaire du vaisseau. Il observa même la destruction du tissu élastique et la calcification. Aussi pense-t-il que la lésion provoquée par l'adrénaline est spéciale et qu'elle diffère de la sclérose aortique spontanée.

Fischer, d'autre part, a observé une nécrose des éléments musculaires de la tunique moyenne, avec calcification et destruction des fibres élastiques. Elle affecte surtout la crosse de l'aorte et l'aorte thoracique. Il signale, en outre, des foyers de myocardite interstitielle et des hémorragies intra-fasciculaires dans les fibres mêmes du muscle cardiaque. Ces mêmes lésions sont produites par d'autres maladies : c'est plutôt une artério-nécrose que de l'artério-sclérose.

Kübbs a déterminé des lésions plus avancées encore que les observateurs précédents, puisqu'elles ont été jusqu'à déterminer des anévrysmes disséquants.

Outre l'intérêt que présente l'athérome expérimental, l'ensemble de ces travaux semble juger un point de la Pathologie souvent discuté. Étant donnée l'opinion classique qui lie l'athérome à l'artério-sclérose, cette dernière n'étant, d'après les livres, que le durcissement des parois des petites artères et principalement des fines ramifications viscérales, on pouvait croire que ce qui produisait l'athérome produisait aussi l'artério-sclérose. Or, les expériences de Josué sont contraires à cette idée, car l'adrénaline produit l'athérome, et non l'artério-sclérose.

Elles ont donc montré qu'il fallait désormais différencier l'athérome de l'artério-sclérose.

Cette distinction, Brault l'a depuis longtemps établie sur des preuves anatomo-pathologiques. Repoussée jusqu'ici par la plupart des cliniciens, cette théorie de Brault sur la dualité des deux processus est expérimentalement justifiée.

III. — GOUTTE.

Les travaux relatifs à la goutte sont rares : les progrès faits dans la connaissance de cette maladie sont lents. Depuis un siècle, elle n'a fait que bénéficier des acquisitions de la Chimie, qu'on a adaptées du mieux possible à l'interprétation des phénomènes cliniques. L'acide urique a longtemps dominé la scène ; on a approfondi l'étude des corps xantho-uriques ; on a vu que le problème se compliquait en instituant le beau groupement des purines. Tout cela a fait mieux comprendre le mécanisme pathogénique peut-être ; mais la cause réelle de la maladie s'est constamment dérobée. Il y a pourtant longtemps qu'on a pressenti que la Chimie seule ne donnerait pas la solution convoitée. En Allemagne, il ya trente ans, on commença à parler de ferments. En France, Lecorché, que cette théorie avait séduit, avait pensé comparer le rôle des cellules de l'organisme même à celui de cellules de ferments figurés ; moi-même, exagérant peut-être une très vieille idée émise par Boerhaave, je défendis, il y a quelques années, la théorie parasitaire en disant que « la goutte s'acquiert, elle se gagne ; et cela, indépendamment de notre constitution même. Nos ascendants nous la transmettent, nous la passent, exactement comme ils nous passent un germe de maladie infectieuse¹ ». J'avais cette hypothèse d'après des considérations tirées de l'hérédité de la goutte, qui se transmet suivant le même mode que les maladies infectieuses les plus caractérisées, comme la tuberculose et la syphilis. Aujourd'hui, ces idées semblent de temps en temps trouver des arguments en leur faveur. Les agents infectieux prennent une place dans la pathogénie de la goutte.

Signalons d'abord, au point de vue biologique, les nouvelles recherches de A. Labbé et Morchoisne sur l'élimination des composés xantho-uriques chez les sujets sains. Celle-ci est presque exclusivement proportionnelle à la qualité et à la quantité des aliments.

Klemperer, qui poursuit ses beaux travaux de Chimie biologique, a démontré que l'acide urique est détruit par le sang, hors des vaisseaux, et qu'il en résulte une production d'acide oxalique. On sait

¹ Art. Goutte. *Manuel de Thérapeutique* de Debove et Achard, t. III.

que ce corps est presque toujours en excès dans l'urine des goutteux.

Holger Trautne, prenant comme point de départ le fait bien établi que les goutteux ont très souvent des troubles digestifs, a vu que, pendant les périodes de constipation, le taux de l'acide urique augmente. Il attribue au *Bacterium Coli* la formation et le passage dans le sang d'une substance qui se transforme en xanthine, puis en acide urique : d'où le rapport de la goutte avec les fermentations intestinales et les agents qui les provoquent, tels le *B. Coli*. Il réfute la théorie et le rôle des purines.

D'après C. Watson, le régime carné intensif aurait une répercussion sur les glandes thyroïdes de certains animaux. Chez les poules, ces glandes subissent une hypertrophie notable avec distension des vésicules, surabondance de leur contenu colloïde, prolifération et desquamation des cellules épithéliales et petites hémorragies intravésiculaires. Chez les rats, ces dernières lésions sont très accusées, mais la substance colloïde se liquéfie et donne une liqueur mucoïde. Watson rapproche ces faits anatomiques de l'efficacité de la médication thyroïdienne dans certains cas de goutte. Mais il en conclut peut-être trop prématurément que la goutte serait due à des lésions thyroïdiennes causées par une alimentation carnée excessive.

En terminant, citons un médicament nouveau, l'acide anhydro-méthylène-citrique, ou plus simplement la citarine, proposé par les thérapeutes allemands. On en dit merveille : il aurait réussi là où les préparations salicylées, l'aspirine, la pipérazine, la lithine, etc., ont échoué, — ce qui, soit dit en passant, est assez banal. Il serait diurétique et, en outre, solubiliserait les calculs uriques. Pour obtenir un résultat net, il faut prendre de 40 à 50 grammes de citarine, soit 10 grammes par jour. Il est prudent de se méfier de ce médicament chez les goutteux dont les reins sont insuffisants.

IV. — MALADIES DE L'ESTOMAC.

La mise au point de cette partie de la Pathologie a été réalisée par l'apparition récente du livre de Soupault¹. Ce livre a été fait dans un esprit évident de simplification et de clarté. Le distingué médecin est mort avant la publication de son ouvrage².

¹ *Traité des Maladies de l'Estomac*, par Maurice Soupault. Paris, J.-B. Baillière, 1905.

² On me permettra de renouveler ici les regrets que cette disparition prématurée a laissés dans le corps médical, parmi ses collègues des hôpitaux, ses amis et ses élèves. Soupault était un médecin consciencieux, un observateur patient et perspicace, un homme sincère. Son livre a été publié par les soins de M. Hartmann, qui lui avait donné sa collaboration ainsi que des médecins d'une compétence notoire, tels que MM. Linossier, Cautru, Delherm, Gourin, G. Leven, Binet, Parizet et Salignat.

Chacun a pu remarquer que, plus la Médecine progresse, plus l'examen des malades tend à devenir minutieux et compliqué. Entre l'examen tel que le pratiquait le médecin de notre enfance et l'examen médical d'aujourd'hui, il y a des différences considérables. Autrefois, le diagnostic du praticien habile était une question de « flair »; on lui était reconnaissant de sa rapidité de compréhension; aujourd'hui, l'exactitude du diagnostic est une affaire de perspicacité et de patience, et il semble généralement qu'on sache peu de gré au médecin de sa lenteur et de sa minutie. Le malade, même dans la classe cultivée, a une fâcheuse tendance à croire que le médecin veut « essayer », alors qu'il cherche simplement à observer, à s'éclaircir. Et l'un des plus grands obstacles au perfectionnement de la Médecine est certainement le mauvais gré que rencontrent ses investigations. Avouons-le, elles sont souvent ennuyeuses à subir, mais elles ne sont jamais périlleuses, et le traitement utile en dépend. On exige encore du médecin trop de divination, et pas assez de constatations positives.

Pourtant, tout le monde sait combien les choses se sont compliquées, et que, pour faire face aux exigences nouvelles, la division de la Médecine en spécialités, usant de moyens de recherche très dissemblables, s'est imposée. Le souci de l'investigation minutieuse apparaît dès la première page dans le Traité des maladies de l'estomac de Soupault. Il insiste beaucoup sur l'importance des interrogatoires précis et détaillés, il donne la marche à suivre pour les bien conduire. Passant ensuite à l'examen objectif des organes, il s'étend sur les divers modes d'inspection de l'estomac. Entre autres procédés, l'examen à l'aide des rayons de Röntgen donne des résultats intéressants et d'une certaine netteté. Ils sont plus aisés à obtenir chez l'enfant que sur l'adulte; mais, ici, on peut tourner la difficulté créée par l'épaisseur des tissus, en recourant à l'insufflation gazeuse et à la distension artificielle par des liquides et surtout à l'administration du sous-nitrate de bismuth, qui intercepte les rayons cathodiques comme le ferait un objet de métal ou de verre. Une pilule d'un gramme de sous-nitrate de bismuth fait une tache nette, noire, et comme, arrivée dans l'estomac, elle repose généralement sur le point le plus déclive, le sujet étant debout, on évalue facilement et l'on note le niveau correspondant sur la peau. En faisant varier l'attitude du sujet, on observe les déplacements de la pilule. En marquant au crayon dermatographique la succession des points de repère certains, on peut établir un diagramme des diverses positions de la pilule et se faire une idée très exacte de l'étendue de l'estomac. C'est grâce à ces procédés qu'on a pu déterminer la position de

l'estomac dans des conditions variées et apprécier ses changements de forme pendant la digestion, etc. En dehors de cet examen, en clinique, la percussion et la palpation donnent des renseignements à peu près suffisants sur les dimensions du viscère. La pression est appliquée à la recherche des points douloureux; et, au moyen de l'esthésiomètre, on évalue le degré de la douleur. L'auscultation, l'insufflation, la succussion donnent également des renseignements utiles.

Une fois la délimitation de l'organe obtenue, il importe de savoir quel est l'état des fonctions gastriques. Cette exploration se fait au moyen de sondes appropriées, de pompes, poires, siphons et tubes divers. Soupault en décrit les particularités et l'emploi. Ces moyens fournissent à l'observateur du suc gastrique aux moments les plus propices et lui permettent d'en étudier les variations, puisqu'on peut faire le tubage à jeun et plus ou moins longtemps après le repas d'épreuve. Le suc gastrique ainsi obtenu est soumis à l'analyse chimique. Cette analyse, non seulement donne les éléments comparatifs de la composition du suc gastrique, mais encore renseigne sur l'évolution de la sécrétion gastrique. Elle indique si les matériaux nécessaires à la chymification normale sont sécrétés en temps convenable, en quantité voulue, s'ils ne sont pas mélangés d'acides de fermentation, comme les acides lactique, butyrique, acétique, etc. Il faut encore savoir la valeur de la salive, de la bile, du mucus, la nature des résidus alimentaires ou autres, les espèces microbiennes. Ces derniers points, qui demandent l'appui de la microscopie et de la bactériologie, sont un peu trop écourtés au point de vue technique.

Soupault s'est attaché à l'étude des grands symptômes dyspeptiques, tels que les modifications de la faim, les douleurs, les vomissements de divers ordres, etc. Il étudie l'anorexie, c'est-à-dire la suppression de toute faim, au cours des maladies infectieuses ou toxiques, des affections locales de l'estomac ou de l'intestin, des états nerveux. A elle seule, l'anorexie peut primer tous les autres phénomènes, constituer presque toute la maladie, du moins ce qu'on en voit et qui est justiciable d'un traitement particulier. La boulimie est le symptôme inverse. La sensation de faim s'accompagne souvent de polyphagie, c'est-à-dire excite les malades à manger en excès. Parfois, elle est seulement impérieuse: une bouchée alimentaire la calme; ou bien des douleurs surviennent qui empêchent le malade de continuer à manger. La somme des aliments ingérés est alors insuffisante: on assiste à cet état paradoxal du malade qui a un appétit exagéré et qui souffre d'inanition.

Les douleurs sont très fréquentes au cours des

affections de l'estomac. Elles sont extrêmement variées comme modalité et comme signification. L'atonie gastrique, la contracture musculaire, l'hyperesthésie des nerfs de l'estomac ou des nerfs voisins, les inflammations périgastriques, la compression des organes proches, l'excès de sécrétion du suc gastrique, diverses neuropathies avec ou sans lésion les provoquent. Il faut chercher leur forme, leur localisation, leurs irradiations, le moment exact où elles se produisent pour en faire état. La même analyse symptomatique doit être faite pour les vomissements. Soupault a étudié avec soin deux états curieux, le mérycisme ou rumination et l'aérophagie.

Certains sujets, souvent dès le plus jeune âge, présentent des phénomènes automatiques de rumination. Au bout d'un temps variable, de quelques minutes à plusieurs heures après le repas, les aliments remontent par gorgées dans la bouche et sont remâchés et redéglutis. Chez d'autres, névropathes pour la plupart, ces accidents n'arrivent qu'à la suite d'une émotion ou d'une habitude vicieuse, qu'ils se complaisent à entretenir. Cette forme de mérycisme n'a pas de gravité. Ailleurs, le mérycisme est véritablement un acte pathologique. Il est intermittent, coïncide avec des douleurs gastriques, apparaît par crises, s'accompagne de symptômes divers, malaises, vertiges, migraine, oppression, etc. ; ou bien le mérycisme est un symptôme nerveux pur, un spasme, un tic de l'estomac.

L'aérophagie, que Mathieu a bien décrite, se distingue des éructations banales ou causées par la flatulence, par la distension gazeuse du tube digestif, en ce sens que les gaz émis sont en majeure partie constitués par l'air atmosphérique. La raison en est simple : le malade avale de l'air et le rend. Ces mouvements sont spasmodiques et se produisent parfois sous formes de crises paroxystiques extrêmement pénibles.

Les troubles de la sécrétion gastrique sont ramenés par Soupault, dans un but de simplification, à deux types : l'hypochlorhydrie et l'hyperchlorhydrie.

L'hypochlorhydrie, résultat de l'insuffisance de la sécrétion gastrique, est soit d'origine congénitale (on sait qu'il existe une hérédité gastropathique), soit d'origine fonctionnelle, soit la suite d'une altération de la muqueuse. Cette dernière catégorie correspond aux maladies organiques de l'estomac et comporte un pronostic plus grave que les précédentes.

L'hypochlorhydrie, outre l'influence fâcheuse qu'elle exerce sur la peptonisation des aliments, retentit, en outre, sur la sécrétion pancréatique, sur les fermentations gastro-intestinales et sur la motricité de l'intestin : d'où une mauvaise élaboration alimentaire, une mauvaise assimilation, une

mauvaise évacuation des déchets. De là un retentissement sur l'état général et un état de souffrance de l'organe, qui finit par être le siège de lésions irréparables ou au moins très tenaces.

L'hyperchlorhydrie, dans sa forme la plus accusée, se produit en dehors de toute digestion alimentaire. Dans l'estomac vide, à jeun, on trouve un liquide plus ou moins abondant, atteignant parfois un demi-litre. Ce liquide renferme très peu de produits alimentaires ; souvent, il n'en contient pas. Cet état constitue la gastrosuccorrhée. Il tient à une prolifération des éléments sécréteurs du suc gastrique, liée le plus souvent à une lésion de l'estomac, ulcère ou autre.

Les fermentations gastriques sont dues à des actions microbiennes, rendues possibles par une altération préalable des glandes de l'estomac.

Les troubles de la motricité gastrique ont une grande importance dans l'étude des maladies de l'estomac parce que, la plupart du temps, ils sont l'effet d'une cause difficile à déterminer et qui reste dans maints cas toujours inconnue. Ils sont, d'ailleurs, plus à la portée de notre connaissance. Aussi il importe de les bien analyser, d'autant plus qu'on peut aujourd'hui les conjurer par les moyens chirurgicaux que nous retrouverons plus loin exposés par M. Hartmann. Ces troubles sont évalués par divers procédés cliniques, tels que la recherche du clapotage ou mieux de la succussion. Et, comme ces méthodes sont sujettes à l'erreur, il vaut mieux recourir au cathétérisme, qui donne les temps d'évacuation de l'estomac. Celle-ci peut être entravée par l'insuffisance motrice de l'organe ou par un obstacle sur le cours du chyme. La principale cause de ces troubles est le mauvais fonctionnement du pylore, entretenu par une lésion de cette région même ou d'une partie voisine. Dans des cas beaucoup plus rares, il y a incontinence pylorique.

En dehors de toute lésion pylorique, on peut observer une atonie gastrique, telle que le viscère ne se débarrasse plus de son contenu. Les rétrécissements, les sténoses pyloriques sont l'effet du cancer, de l'ulcère, de lésions cicatricielles, de compressions voisines (foie ou pancréas, ganglions, tumeurs quelquefois lointaines), de coutures ou de déformations. La sténose pylorique amène la dilatation consécutive de l'estomac, des spasmes et, partant, des douleurs, des vomissements, un retentissement plus ou moins profond sur l'état général, bref un ensemble de symptômes qui constitue le syndrome pylorique.

Avant de s'occuper des maladies organiques de l'estomac, il importe de connaître l'estomac normal. Soupault a fait une bonne étude comparative de l'estomac à l'état normal et pathologique avec figures à l'appui. Il a, en outre, mis en relief les

particularités anatomiques telles que l'estomac biloculaire, l'estomac étranglé en sablier ou en bissac, malformation congénitale ou acquise, et la dislocation verticale de l'estomac, coïncidant toujours avec la ptose d'autres organes abdominaux.

Les gastrites, leurs diverses formes aiguës et chroniques, le polyadénome gastrique, l'atrophie de la muqueuse, la linité plastique, l'ulcère chronique de l'estomac avec ses complications déformantes, ses perforations, ses abcès consécutifs, forment un ensemble important sur lequel on ne peut ici donner des indications, même sommaires, et pour lesquelles il nous faut renvoyer au livre même.

Il y a deux ans, dans cette même *Revue*, nous avons exposé les nouvelles acquisitions sur les tumeurs et cancers de l'estomac et leur thérapeutique, à propos des travaux de M. Hartmann. Nous en retrouvons une bonne étude dans l'ouvrage de Soupault.

La question des dyspepsies a été traitée de concert avec G. Leven. On est convenu, en Médecine clinique, d'appeler dyspepsie tout trouble gastrique ne correspondant pas à une lésion organique grossière de l'estomac. Malgré les avantages que donnent les moyens actuels d'investigation clinique, il n'est pas possible de classer les dyspepsies d'après le type du chimisme gastrique avec lequel elles coïncident, celui-ci étant très variable. Soupault et Leven font, d'ailleurs, de la dyspepsie un tout : ils croient qu'il ne faut pas chercher à la fragmenter en trop de subdivisions. Au fond, ils semblent la considérer comme un syndrome. C'est, en effet, voir prudemment, car un syndrome est un ensemble clinique qui peut relever de causes parfois très variées. Or, la dyspepsie s'observe dans une foule d'états plus ou moins éloignés les uns des autres par leur nature. Goutteux, cardiaques, tuberculeux, nerveux, etc., peuvent être dyspeptiques. Les troubles dyspeptiques s'enchevêtrent parfois dans des troubles fonctionnels d'autres organes, si bien qu'on ne peut savoir lequel tient les autres sous sa dépendance.

Toutefois, un fait qui n'est guère discutabile chez le dyspeptique, c'est qu'il a une hyperesthésie gastrique. Sur cette base, dont les auteurs font le substratum essentiel de leur théorie, ils s'appuient pour donner la prédominance au plexus solaire.

Pour que l'estomac souffre, il faut, en effet, que le plexus solaire, clef de toutes les fonctions gastriques, ait « quelque chose ». Nous ne savons pas en quoi consiste cette irritation, ni comment elle est provoquée, ni pourquoi elle persiste. Aussi, cette théorie ne détruit-elle pas l'idée très ancienne que la dyspepsie est d'origine gastrique pure, causée par tout agent d'irritation directe de la muqueuse de l'estomac, parce que, dans ces cas, le plexus

solaire n'en subit pas moins les effets. Quoi qu'il en soit, l'examen des causes connues de la dyspepsie, de ses conséquences directes ou lointaines, de sa connexion avec les états organiques graves constitue une bonne étude d'ensemble de ce syndrome si complexe. Le rôle prédominant du système nerveux dans la dyspepsie a conduit les auteurs à classer près d'elle les crises gastriques du tabès.

M. Hartmann, au début de la thérapeutique générale des maladies de l'estomac, a traité les indications de l'intervention chirurgicale dans les affections dites « médicales » de l'estomac. On sait l'appoint considérable que l'éminent chirurgien de Lariboisière a, depuis plusieurs années, fourni à cette partie de la Thérapeutique. Ses ouvrages sur la chirurgie de l'estomac, ses travaux de chirurgie anatomo-clinique, les études successives qu'il poursuit sur les indications et les procédés opératoires dans les affections du tube digestif donnent à ces pages un intérêt considérable, puisqu'elles sont le résumé de ses opinions actuelles sur ces questions : Plus les opérations deviennent fréquentes, mieux elles sont réglées, plus tôt elles se font, et plus les résultats directs et de survie prolongée sont nombreux.

M. Binet a exposé le régime alimentaire dans les maladies de l'estomac. On sait qu'il forme la base de la thérapeutique gastrique. C'en est l'élément capital et cela tombe sous le sens. De même qu'il faut un milieu propre à une plaie pour qu'elle puisse guérir, un air pur à un poumon malade, il faut un régime judicieusement choisi à un estomac souffrant. On a pu, ces dernières années, acquérir des notions assez exactes sur la valeur nutritive des substances employées à l'alimentation ; mais ces notions ne peuvent être rigoureusement appliquées. M. Binet montre qu'à côté de leur valeur alimentaire, il est de toute importance de considérer la digestibilité des aliments. Or, non seulement celle-ci varie avec les diverses maladies, mais elle diffère selon des susceptibilités purement individuelles. M. Binet suit les préceptes formulés par M. Mathieu : ce sont les meilleurs principes à suivre dans le traitement des affections gastriques ; les voici :

1° Donner une alimentation qui se rapproche autant que possible de la formule de la ration d'entretien, tout en tenant compte des indications fournies par l'état des fonctions gastriques ;

2° Éviter la surcharge du tube digestif ;

3° Éviter à la muqueuse gastro-intestinale des irritations inutiles ;

4° Réduire au minimum l'auto-intoxication d'origine gastro-intestinale.

Cela posé, M. Binet étudie le régime de repos absolu de l'estomac et les divers régimes alimen-

taires, pour les détails desquels nous renvoyons à l'ouvrage même.

M. Linossier s'est occupé du traitement des dyspeptiques par les eaux minérales. Le savant professeur agrégé de la Faculté de Lyon, par la direction de ses travaux antérieurs, par sa pratique déjà longue des eaux de Vichy, a su donner à ce chapitre un attrait spécial. Il montre avec compétence les bienfaits généraux des eaux, quelle que soit leur composition, puis l'heureuse influence de la thermalité. Les eaux alcalines retiennent ici toute l'attention, puisqu'elles ont une action directe et immédiate sur l'estomac. Le bicarbonate de soude est l'élément actif des eaux bicarbonatées sodiques.

Elles ont, par la présence de ce sel, une action chimique instantanée. Il se produit une saturation de l'acidité. Cette action est confirmée par l'expérience la plus banale. L'action physiologique est plus difficile à interpréter. M. Linossier pose la proposition : « La sensibilité d'un estomac au bicarbonate de soude est en raison inverse de la richesse en acide chlorhydrique de sa sécrétion. » Cela explique, d'une part, l'excitation gastrique qu'obtiennent les hypochlorhydriques avec une petite quantité d'eau alcaline; d'autre part, le défaut d'excitation gastrique que peuvent présenter les hyperchlorhydriques à la suite de l'ingestion de doses élevées de la même eau. M. Linossier croit mal fondées et très exagérées les appréhensions qu'ont certains auteurs de la cure alcaline : il la croit incapable de provoquer la cachexie ou l'atrophie glandulaire, ce dont on l'a longtemps accusée.

Dans l'effet des eaux, une différence très importante doit être faite entre les affections gastriques mêmes et l'état des autres organes : foie, pancréas, intestin, etc.

A Vichy, où le traitement consiste essentiellement dans la prise de l'eau en boisson et où l'on emploie de préférence les sources chaudes, on constate, dès l'abord, que les hypochlorhydriques ont un réveil assuré de l'appétit et des digestions plus faciles. Souvent, au contraire, les hyperchlorhydriques ressentent quelques malaises au début de la cure. Linossier fait observer que ces phénomènes peuvent se rencontrer même sur des malades non gastropathes. En outre, une légère constipation est fréquente pendant le traitement.

M. Linossier démontre que l'efficacité du traitement thermal dépend de son indication, dépend surtout de la nature des maladies concomitantes qui ont pu développer la dyspepsie et que celle-ci masque souvent. Il indique ainsi qu'une gastropathie peut s'améliorer sous l'influence des eaux, parce que la maladie qui l'a provoquée (goutte, diabète, etc.) est elle-même améliorée. Une des formes communes de la dyspepsie est la forme nerveuse

(dyspepsie nervo-motrice). Comme le trouble gastrique est sous la dépendance d'une affection nerveuse non organique, la cure thermale agit ici avec succès, car elle réalise pour ces malades les meilleures conditions de changement de vie et de régime.

M. Linossier compare, au point de vue de la thermalité, de la composition, des effets et des indications, les principales eaux minérales bicarbonatées convenables au traitement des affections stomacales, telles que Vals, Neuenahr, Bilin, Fachingen, Saint-Galmier, Evian, etc. Les eaux chlorurées sodiques sont également employées dans le même but. Ces eaux sont surtout suivies en Allemagne. Ce pays est plus riche que la France en eaux chlorurées sodiques appropriées à ces traitements; les nôtres, trop concentrées pour l'usage interne, sont surtout employées pour la balnéation (Salies, Salies-de-Béarn, Biarritz). Les autres eaux sont passées en revue par M. Linossier; mais leurs indications sont moins précises et ne concernent que les dyspepsies secondaires, sauf les eaux comme celles de Royat, qui sont à la fois alcalines et chlorurées. Carlsbad a également une composition mixte, mais ses eaux renferment, en outre, une notable proportion de sulfate de soude. Les eaux ferrugineuses, sulfureuses, arsenicales ou indifférentes n'ont ici qu'une importance relative.

Dans le traitement médical des affections gastriques, le régime tient la place la plus importante. Le traitement médicamenteux, qu'il est prudent de n'employer qu'avec des intermittences et qui est soumis à des conditions assez précises d'opportunité, n'est guère qu'un palliatif. M. Gourin a réuni, à la fin du livre de Soupault, un choix des médicaments les plus utiles et les formules les meilleures. D'autres procédés thérapeutiques viennent apporter leur concours efficace.

C'est l'hydrothérapie, dont M. Parizet a développé l'action physiologique et M. Salignat la technique et les indications. C'est le massage abdominal, qu'a traité M. Cautru et qui, dans nombre de cas, est un des adjuvants les plus précieux, tant par son action générale que par ses effets locaux et directs. C'est encore l'électrothérapie, dont M. Delherm a donné avec clarté les indications et la technique. Ces diverses méthodes de traitement, loin de s'exclure l'une l'autre, peuvent être combinées avec profit; et, hormis les cas de lésions organiques sur lesquelles elles ne peuvent agir (réserve faite pour les rayons de Röntgen dont l'application est en voie constante de perfectionnement), elles sont susceptibles d'apporter ici la guérison, là le soulagement. Elles donnent, en outre, un réconfort moral qui est *indispensable* pour sortir de l'état de maladie, d'autant plus que, dans maints cas d'affections de

l'estomac, c'est l'absence de ce « tonus moral » qui constitue toute la maladie.

V. — ECHINOCOCCOSE.

Les travaux de F. Dévé (de Rouen) sur le parasite des kystes hydatiques sont dignes de retenir l'attention. Je regrette de ne pouvoir, dans cette revue déjà si longue, les analyser comme ils le méritent. Je ne ferai qu'en signaler les résultats pratiques, tels qu'il les a consignés à la fin de son remarquable et récent ouvrage⁴.

Les kystes hydatiques sont causés par un parasite qui, chez certains animaux, tels que le chien et le chat, vit à l'état de ver intestinal. C'est un cestode, le *Tenia Echinococcus*. Il émet des œufs qui, une fois ingérés, donnent naissance à des embryons; ceux-ci quittent le tube digestif et vivent à l'état vésiculaire dans les organes les plus divers de l'homme et des animaux, comme le bœuf, le mouton, le porc. C'est sous cette forme vésiculaire qu'il réalise le kyste hydatique.

Cette affection, extrêmement fréquente dans certains pays (Islande, Australie, République Argentine), augmente actuellement de fréquence non seulement dans nos pays coloniaux d'élevage du mouton (Algérie), mais encore en France même, probablement à cause de l'introduction abondante des moutons algériens.

Les animaux (moutons, porcs, bœufs), s'ils sont atteints de kystes hydatiques, servent à propager la graine. Il suffit d'avoir vu les boucheries des villages et même celles de certaines localités de la banlieue parisienne, où les bouchers tuent chez eux, pour s'assurer que tous les détritiques, toutes les parties des viscères mises au rebut (et parmi elles sont de véritables pièces anatomo-pathologiques) sont jetées aux ordures, souvent sur la voie publique même. Tous les chiens du village ont la licence de s'en repaître. Ces faits extrêmement regrettables, qui se passent devant la porte des petites tueries locales, ne manquent pas dans les abattoirs des plus grandes villes. Dévé les signale à Rouen.

« Aux abattoirs de Rouen (où l'on abat par semaine environ 800 moutons, 200 bœufs et 250 porcs), les *Echinocoques* ne constituent pas un cas de saisie. Quand les kystes sont peu nombreux dans un viscère, on en pratique l'« épiluchage » sur place, c'est-à-dire qu'on enlève les parties atteintes, que l'on jette au fumier dans la cour de l'abattoir. Un organe contient-il de nombreux échinocoques disséminés? Ou bien, littéralement farci de kystes, il est, de l'aveu même du boucher, absolument inutilisable, et dans ce cas il est envoyé à l'équar-

rissage avec les viandes avariées saisies; ou bien, tout en restant impropre à la consommation humaine, il est moins complètement envahi, et alors le boucher est autorisé à emporter ce viscère contaminé, qu'il vend à bas prix à sa clientèle comme « nourriture pour chiens et pour chats (!) ».

On voudrait favoriser la propagation de la maladie, la disséminer dans les foyers, qu'on ne pourrait mieux faire!

Les règlements en France sont absolument insuffisants. Notre éducation générale est encore assez primitive et assez barbare (bien qu'on nous rassasse chaque jour que notre civilisation est la plus raffinée de la Terre) pour que le commerçant n'hésite pas à nuire grièvement à autrui de peur de sacrifier quelques centimes de son gain. Cela se voit constamment, surtout en matière de substances alimentaires.

Dans les pays éprouvés par l'échinococcose, on a pris des mesures qui portent surtout sur la préservation et le traitement des chiens, puisqu'ils sont le principal objet d'une infestation qui, pour eux, n'a pas de gravité, sur la surveillance des abattoirs et sur la destruction des viandes malades à la campagne par enfouissement profond avec de la chaux vive, et dans les abattoirs urbains par incinération.

Dévé propose une série de mesures qu'il suffirait d'appliquer avec quelque attention pour rendre exceptionnelle une affection qui s'accroît progressivement depuis quelques années. Ces mesures sont très simples et peu coûteuses. Ce sont :

1° La saisie d'office dans les abattoirs et la destruction effective de tout viscère envahi par les échinocoques;

2° La réglementation stricte de l'entrée des chiens dans les abattoirs urbains;

3° L'affichage, dans les abattoirs, d'une notice avertissant les bouchers, bouviers, bergers, etc., des caractères de la maladie et des dangers que présentent les viscères contaminés pour l'homme et pour les animaux;

4° Les inspections sanitaires, circulaires aux vétérinaires, etc.

On pourrait y joindre des avis au public, qui comprendrait l'intérêt qu'il y a à mieux observer les viandes qui lui sont délivrées, tant pour l'usage de la famille que pour celui des animaux domestiques, à se priver de viande plutôt que d'en employer de mauvaise qualité. On apprend bien aux enfants à distinguer une monnaie fautive d'une pièce de bon aloi, mais on n'apprend à personne à faire une distinction, même grossière, entre les bonnes matières alimentaires et celles qui sont nuisibles; nous acceptons tout les yeux fermés, avec la confiance la plus naïve.

D^r A. Létienne.

⁴ D^r F. Dévé : *Les Kystes hydatiques du foie*. Préface du Professeur Blanchard. Paris, de Rudeval. 1905.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Baire (René), *Maitre de Conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier.* — **Leçons sur les Fonctions discontinues, professées au Collège de France** — 1 vol. in-8°. (Prix : 3 fr. 50.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

Ce n'est pas seulement un intérêt purement spéculatif qui conduit les mathématiciens à se débarrasser graduellement des hypothèses restrictives introduites au début de la science pour préciser les êtres qu'ils étudient : l'application des Mathématiques aux phénomènes naturels y conduit naturellement, et, par exemple, les recherches de Physique mathématique ont amené à s'affranchir des restrictions ordinaires de continuité imposées aux fonctions, et à étudier avec soin les fonctions discontinues. Le livre de M. Baire est une contribution importante à ce genre d'études : le point de départ en est ce fait, observé depuis longtemps, de l'existence de fonctions discontinues représentables par des séries de fonctions continues; par exemple, la série de Fourier :

$$\sum (1. n + 1) \frac{\sin nx}{n},$$

convergente quel que soit x , représente une fonction discontinue dont le graphique serait une suite de segments rectilignes équipollents et équidistants, et de points isolés.

M. Baire se propose de rechercher toutes les fonctions discontinues qui sont représentables par des séries de fonctions continues. Il observe, d'abord, que la recherche d'une telle fonction $f(x)$ revient à celle d'une suite de fonctions continues $f_1, f_2, \dots, f_n, \dots$, dont f serait la limite, c'est-à-dire telle que l'on aurait, pour toute valeur de x :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} f_n(x) = f(x);$$

on va donc déterminer les fonctions discontinues qui sont limites de fonctions continues. En premier lieu, toute fonction discontinue qui a un nombre fini de discontinuités est limite de fonctions continues. Le cas d'une infinité de discontinuités est beaucoup plus complexe ; il faut tout d'abord étudier avec soin la constitution de l'ensemble P de ces discontinuités ; aussi l'auteur commence par reprendre les notions de point limite et d'ensemble dérivé d'un ensemble donné. Si le dérivé de l'ensemble P a un nombre fini de points, la fonction $f(x)$ est limite de fonctions continues ; ceci est vrai plus généralement si l'ensemble P a un dérivé d'ordre entier formé d'un nombre fini de points, et l'on peut encore étendre la proposition en constituant autrement les dérivés de P . Il devient alors nécessaire d'introduire des considérations nouvelles concernant l'ordre relatif des éléments des ensembles ; c'est l'objet d'un chapitre qui s'applique spécialement aux ensembles ordonnés, c'est-à-dire dans lesquels, de deux éléments a et b , l'un a un rang inférieur à l'autre, et de telle sorte que, si le rang de a est inférieur à celui de b , et le rang de b inférieur à celui de c , il en résulte que le rang de a est inférieur à celui de c ; un ensemble ordonné est dit bien ordonné quand tout ensemble qui y est renfermé possède un élément initial, c'est-à-dire de rang inférieur à tous les autres.

Pour fixer la notion du rang de chaque élément dans un ensemble bien ordonné, les nombres entiers ne suffisent pas : on a alors recours à de nouveaux signes, dits nombres *transfinis* (Cantor).

Ces notions permettent de généraliser les premiers résultats, en complétant l'étude des ensembles linéaires par celle des ensembles *parfaits* ; cette étude est indispensable pour reconnaître le rôle de la distribution des points de discontinuité dans les propriétés des fonctions, rôle que l'auteur étudie pour les fonctions d'une variable.

Après avoir introduit des notions nouvelles relatives à la continuité et à la discontinuité (fonctions *ponctuellement* ou *totalement* discontinues), M. Baire est en mesure d'établir la condition nécessaire pour qu'une fonction discontinue soit limite de fonctions continues : *il faut qu'elle soit ponctuellement discontinue* ; le chapitre se termine par l'extension suivante : Si f est limite de fonctions continues, elle est ponctuellement discontinue sur tout ensemble parfait. Enfin, l'auteur étend ce qui précède au cas de plusieurs variables, ce qui lui permet de montrer que la condition nécessaire énoncée ci-dessus est aussi suffisante.

Dans cet intéressant ouvrage, M. Baire a donc condensé aussi clairement et aussi simplement que possible des sujets très délicats, encore peu connus, et qu'il a exposés avec une véritable maîtrise.

M. LELIEUVRE,
Professeur au Lycée
et à l'École des Sciences de Rouen.

Stephan (P.). — **Die technische Mechanik. Elementares Lehrbuch für mittlere maschinentechnische Fachschulen und Hilfsbuch für Studierende höherer technischer Lehranstalten. Erster Teil: Die Mechanik starrer Körper.** — 1 vol. cart. in-8° de 344 pages. (Prix : 7 M.) B. G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1905.

Cet ouvrage de Mécanique est destiné à l'enseignement des écoles techniques moyennes ; mais, grâce à ses nombreux exercices empruntés à la Mécanique appliquée, il rendra aussi d'excellents services aux élèves des écoles techniques supérieures.

Ce premier volume contient l'ensemble des notions fondamentales les plus essentielles de la mécanique des solides. L'auteur débute par l'étude de la Statique et examine successivement la Statique du point matériel, des solides et des systèmes de corps solides. Puis, après un exposé très sommaire des principes de Cinématique, il donne les notions usuelles de la Dynamique du point matériel et des solides invariables.

Les considérations théoriques ont été limitées au strict nécessaire et n'exigent pas la connaissance de l'Analyse infinitésimale. Par contre, en raison même du but de l'ouvrage, l'auteur examine un grand nombre de problèmes pratiques d'une utilité immédiate pour les ingénieurs ; ces problèmes sont accompagnés d'exercices numériques destinés à familiariser les élèves avec l'emploi des divers coefficients qui interviennent dans les applications.

H. FEHR,
Professeur à l'Université de Genève.

Mathot (R.-E.). — **Manuel pratique des Moteurs à gaz et Gazogènes.** — 1 vol. in-8° de 247 pages et 154 figures. (Prix : 12 fr. 50.) Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1905.

Ce livre se distingue des autres traités similaires par ses visées pratiques. L'auteur a surtout en vue de guider l'ingénieur pour le choix, l'installation, la conduite et l'entretien des gazogènes et des moteurs à gaz, dont l'ensemble constitue généralement encore pour lui une nouveauté. Malgré le développement considérable pris déjà par les installations motrices de ce genre et les

simplifications très notables apportées aux engins de la première heure, le groupe au gaz est loin d'offrir la même sécurité de fonctionnement et la même facilité de conduite que le groupe à la vapeur. Il faut, pour se tirer d'affaire, des connaissances pratiques spéciales, différentes de celles qu'exigent les chaudières et les machines qu'elles alimentent. Les organes des moteurs à explosion sont soumis à de fortes températures et à des écarts considérables de pression; de plus, la vitesse de rotation est toujours très grande. Les questions de refroidissement du cylindre et de graissage des différentes articulations ont donc une importance capitale, sans compter celles de compression, d'allumage, d'étanchéité, etc., qui ont tant d'influence sur le rendement économique de l'ensemble. Le dégrasage et l'entretien des gazogènes ont aussi leur importance: la conduite de ces générateurs de gaz, si simples qu'ils paraissent, demande des précautions, et de nombreux conseils pratiques à ce sujet ne peuvent être que bien accueillis par le personnel qui en est chargé.

L'auteur fait précéder son manuel d'une comparaison, au point de vue des frais de premier établissement et d'exploitation, entre deux installations de force motrice: l'une par la vapeur, l'autre par le gaz. Il arrive aux conclusions résumées dans le tableau suivant:

PUISSANCE	FRAIS TOTAUX de l'établissement	FRAIS JOURNALIERS d'exploitation
Machine à vapeur:		
15 à 20 chevaux . . .	42.030 fr.	17 fr. 21
30 chevaux	49.400 fr.	27 fr. 71
Moteur à gaz:		
15 à 20 chevaux . . .	4.425 fr.	13 fr. 31
30 chevaux	16.460 fr.	16 fr. 60

L'avantage se maintient incontestablement en faveur des moteurs à gaz jusqu'à 500 chevaux: au delà, il est plus discuté, depuis l'application aux machines à vapeur de la condensation et de la surchauffe et surtout depuis l'invention des turbines.

M. Mathot semble avoir une prédilection pour le moteur à quatre temps; du moins, c'est le seul type dont il parle quand il s'agit de faire choix d'un moteur. Il n'a pas en vue, il est vrai, de très gros moteurs, et les moteurs à deux temps, qui ont aussi leurs partisans, s'adaptent mieux aux grosses puissances. Toutes les parties du moteur sont soignées avec soin, et décrites à fond: cylindre, soupapes, dispositifs d'allumage, piston, bâti, volants, arbre coudé, comes, coussinets, régulateurs, etc.; viennent ensuite les appareils de mise en marche, les conduites de gaz, compteurs, antiluctuateurs, régulateurs de pression, pots d'aspiration et d'échappement.

On le voit, aucun détail n'est omis, avant de passer aux fondations, qui doivent être établies en vue d'éviter les trépidations, et aux solutions ayant pour but de pallier les vibrations et le bruit résultant de la marche accélérée du moteur. Enfin, la circulation d'eau et le graissage, en raison de leur importance, sont étudiés à part. La connaissance de tous ces éléments permet alors au lecteur de suivre utilement les recommandations de M. Mathot concernant les conditions de bonne marche du moteur, les précautions à prendre pour sa mise en marche et les moyens de remédier aux perturbations qui peuvent se produire au cours de l'exploitation.

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée au gazogène, accessoire préliminaire et indispensable du moteur à gaz. C'est d'abord la description des principaux systèmes sous pression et par aspiration, mais parmi lesquels on regrette de ne pas voir figurer les gazogènes de gaz à l'eau dont on parle tant aujourd'hui. Puis vient celle des appareils secondaires connexes, tels que les scrubbers, refroidisseurs, épurateurs, régulateurs, etc. Ici encore, l'auteur fournit des indications précieuses sur les conditions de bonne marche des gazogènes, leur montage, leur conduite et leur entre-

tien. Un dernier chapitre sur la réception des installations et sur la façon de mener les essais termine cet ouvrage, essentiellement pratique et recommandable, à ce titre, aux nombreux industriels qui s'intéressent à la motion par le gaz.

EMILE DEMENGE
Ingénieur civil.

2° Sciences physiques

Jeans (J. H.), M. A., Fellow of Trinity College, Cambridge. — **The dynamical Theory of Gases.** — 1 vol. grand in-8° de 352 pages. At the University Press, Cambridge, 1905.

M. Jeans, qui s'est fait connaître par plusieurs Mémoires importants sur la théorie des gaz, vient de publier, sur cette théorie, un traité d'ensemble où sont exposés, avec autant de rigueur que possible, les travaux classiques complétés par les recherches de l'auteur.

« Dans une théorie aussi délicate, les hypothèses s'introduisent souvent d'une manière si subtile qu'il est presque impossible de savoir avec précision quelle hypothèse a été faite; d'où la nécessité d'une logique rigoureuse.

« J'espère, dit l'auteur, qu'une partie du discrédit actuel de la théorie cinétique disparaîtra, lorsqu'on se trouvera en présence de conclusions tirées rigoureusement des prémisses. »

« Un désaccord entre la théorie et l'expérience — celui relatif au théorème de l'équipartition de l'énergie, et à l'évaluation du rapport des chaleurs spécifiques d'un gaz — est plus important que tous les autres. A cet égard, j'ai essayé de mettre en évidence:

« 1° Que le théorème de l'équipartition est basé sur une hypothèse déterminée, savoir l'absence d'action mutuelle de l'éther et de la matière;

« 2° Que, de quelque côté qu'on regarde, l'illégitimité de cette hypothèse est évidente;

« 3° Que, dès qu'on abandonne cette hypothèse, la théorie et l'expérience s'accordent aussi bien qu'on peut le désirer. »

Telle est, en effet, la part vraiment personnelle de l'auteur; on la trouvera principalement aux chapitres VIII, IX, X, sous le titre général: « Theory of a non conservative gas ».

Le premier de ces chapitres, « General dynamics of non conservative systems », conduit au résultat suivant: « Si l'on sait uniquement, au sujet d'un gaz, qu'il s'est refroidi spontanément à partir d'une température élevée, et qu'il a actuellement atteint une température à laquelle les changements ne sont plus très rapides — (par comparaison avec 10^{-10} secondes), — il est infiniment probable que ce gaz a une spécification définie, qui dépend uniquement de son énergie présente. Cette spécification est profondément différente de celle à laquelle conduit la conservation de l'énergie, laquelle conduit à l'équipartition. La température, unique dans le cas de la conservation de l'énergie, n'est plus qu'une température principale à laquelle il faut adjoindre une ou plusieurs températures subsidiaires, nécessaires à la définition du gaz, d'autant plus nombreuses que la molécule est plus complexe.

Pour aller plus loin, dans les chapitres suivants: « Echange et dissipation d'énergie », « Calorimétrie », il faut préciser les conditions dynamiques de ces échanges, ce qui restreint un peu la généralité des résultats. C'est au calcul des températures subsidiaires que s'attache l'auteur, et à leur influence sur le rapport des chaleurs spécifiques.

Ces chapitres, pour intéressants qu'ils soient, ne dispenseront pas le lecteur de recourir aux Mémoires approfondis dont ils sont le résumé très succinct, et que j'ai analysés dans une des Notes à la traduction des Leçons de Boltzmann¹.

¹ Leçons sur la Théorie des gaz, traduites par MM. Galotti et Bénard, avec des notes de M. Brillouin. Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Il y a bien longtemps que j'appelle l'attention des élèves sur ce rôle de l'éther, et les restrictions qu'il apporte au théorème de l'équipartition de l'énergie; ces restrictions, dont le caractère général apparaît sans calcul, j'ai été très heureux de leur voir donner de la précision par M. Jeans; mais je dois dire que le rôle des échanges entre matière et éther me semble plus étendu, plus complexe et sensiblement différent de celui que lui fait jouer M. Jeans.

Sur d'autres points encore, je ne suis pas en complet accord avec lui; ce que j'ai dit dans une Note, au 1^{er} fascicule des Leçons de Boltzmann, au sujet de l'application des probabilités à la recherche de la répartition des vitesses entre les molécules, et de son extension à la recherche de la probabilité de distribution des molécules elles-mêmes, précise l'objection fondamentale que j'ai à faire à la démonstration de la loi de Maxwell, proposée par M. Jeans [ch. III]. La définition des probabilités égales, laissée dans l'ombre au début, précisée seulement au chapitre suivant IV, est trop évidemment liée au choix des coordonnées; les rencontres ne jouent dans la démonstration qu'un rôle vraiment trop effacé et, pour ainsi dire, négatif.

Les préoccupations de rigueur de M. Jeans l'ont conduit à s'occuper uniquement des gaz proprement dits et peu denses, à n'employer aucune des méthodes utilisées au voisinage du point critique; on n'y trouvera ni viriel, ni équation de Van der Waals, ni étude des mélanges gazeux, ni dissociation. De cette limitation du sujet, de cette unité de méthodes, résulte une impression d'harmonieuse élégance dans la composition de l'ouvrage. La rédaction en est sobre et précise; la lecture en est facile, autant que le permet la complexité même du sujet.

Par la contribution personnelle de l'auteur au développement de la théorie, autant que par la composition, c'est un ouvrage digne de prendre place à la suite des beaux Mémoires de Maxwell sur la théorie dynamique des gaz.

M. BRILLOUX,

Professeur au Collège de France

Brearley (Harry) et Ibbotson (Fred.). — Analyses des Matériaux d'Acieries. Traduit de l'anglais et augmenté par M. E. BAZIN, avec une préface de M. G. АНН. — 1 vol. gr. in-8°. (Prix : 25 fr.) Ch. Béranger, éditeur. Paris, 1905.

Sous cette dénomination d'« Analyses des Matériaux d'Acieries », l'ouvrage comprend l'analyse des aciers, des fontes et de leurs alliages, l'analyse des minerais de fer, de manganèse, de tungstène et de chrome, l'analyse des matériaux réfractaires (briques, sables, etc.), l'analyse des laitiers et des scories, l'analyse des combustibles.

Outre l'exposé des méthodes d'analyse chimique, l'ouvrage comprend un chapitre relatif à l'analyse micrographique et un chapitre relatif à la pyrométrie. Ces chapitres permettront d'étudier la structure physique intime du métal, ainsi que l'influence de la température sur ses propriétés physiques.

Les auteurs ont encore exposé — bien que sortant du cadre de leur livre — l'analyse des eaux des générateurs, l'analyse des incrustations, l'analyse des alliages métallurgiques (alliages de cuivre, d'étain, d'antimoine, de plomb, etc.).

Enfin, le traducteur a ajouté un chapitre sur la calorimétrie.

On voit que le titre est loin de donner une idée exacte de tout le contenu du livre, puisque celui-ci traite de questions qui n'ont guère de rapport avec l'Acierie.

Ce traité d'analyse a le grand mérite de nous faire connaître les procédés de recherche en usage aux Etats-Unis, c'est-à-dire dans le pays de la grande métallurgie. Bon nombre de méthodes et d'appareils — qui sont peu connus en Europe — nous ouvriront de nouvelles voies d'investigation, d'autant plus que ces méthodes ont été sinon créées, au moins vérifiées à la suite de nombreuses expériences des auteurs.

Malheureusement, le traducteur a enlevé à ce livre une partie de son caractère et de son originalité en introduisant presque à toutes les pages des méthodes dont les auteurs n'avaient pas parlé. Un traité d'analyse chimique — pas plus qu'aucun ouvrage scientifique — ne doit être une encyclopédie où toutes les méthodes connues sont publiées. MM. Brearley et Ibbotson ne donnent que les méthodes qu'ils ont vérifiées et expérimentées; c'est donc dénaturer l'esprit de leur livre que d'ajouter à leur travail d'autres méthodes, si bonnes soient-elles.

Aussi bien les auteurs ont eu si peur de faire de leur traité une encyclopédie qu'ils ont relégué, à la fin du volume, dans un Appendice, un résumé des méthodes d'analyse publiées dans les grandes revues américaines et anglaises.

Malgré les réserves que nous avons cru devoir faire à l'endroit de la traduction, il faut savoir gré à M. Bazin d'avoir mis cet ouvrage à la portée des industriels français. Il leur aura ainsi rendu un grand service.

AUGUSTE HOLLARD,
Chef du Laboratoire central
des Usines de la C^o française des métaux.

3^o Sciences naturelles

Codazzi (Ricardo Lleras), Chef de la Section minéralogique et géologique de l'Office d'Histoire naturelle de la République de Colombie. — Mineralizadores y minerales metalicos de Colombia. — 1 fasc. in-8^o de 42 pages. Imprimerie Nationale, Bogota, 1905.

Dans la Revue du 15 mars dernier, nous avons signalé l'intéressante tentative, due à M. R. Ll. Codazzi, d'établir une Minéralogie de la Colombie, dans le but de contribuer à la mise en valeur des richesses du sol de ce pays, et nous avons analysé les quatre premiers fascicules de son étude. Le cinquième et dernier, qui vient de paraître, est certainement le plus important, puisqu'il se rapporte aux minéralisateurs et aux minerais métalliques, qui fournissent à l'industrie une grande partie de ses matières premières.

La Colombie renferme d'importants gisements de soufre, surtout au voisinage des régions volcaniques. On y trouve la plupart des minerais métalliques communs : cassitérite, galène, blende, oligiste, limonite, pyrite, pechblende, chalcopryrite, cuivre gris, puis des produits de plus grande valeur : cinabre, argent natif, argentite, or natif, platine, palladium et iridium, dont plusieurs sont l'objet d'une extraction importante. Enfin, parmi les produits d'origine organique, l'auteur signale la présence de guano, d'asphalte, de graphite, de houille et de lignite.

Un complément utile de l'ouvrage de M. Codazzi serait une carte minéralogique de la Colombie, qu'il lui serait facile d'établir avec les matériaux qu'il a rassemblés.

L. B.

Gouin (Raoul), Ingénieur agronome. — Alimentation rationnelle des Animaux domestiques. — 1 vol. in-18 de l'Encyclopédie agricole. (Prix : 5 fr.) Baillière et C^o, éditeurs. Paris, 1905.

Le livre de M. Gouin comprend plusieurs parties bien distinctes : Historique; Théorie de l'alimentation; Monographies sommaires des aliments du bétail; Alimentation spéciale des divers animaux de la ferme; Tables de composition moyenne des aliments.

L'ouvrage débute par une revue historique et critique des travaux d'une douzaine de savants, depuis Lavoisier jusqu'à Julius Kühn. Cette méthode d'exposition rétrospective, encore peu suivie en Agronomie, ne saurait trop être encouragée, nous l'avons déjà dit.

La connaissance de la nutrition est loin d'être définitive. Les travaux sur ce point se multiplient, et nous tenons à signaler ici la récente étude de M. Laulané sur la Théorie générale de l'alimentation¹. M. Gouin

¹ Revue générale de Médecine vétérinaire, 15 mars 1905.

donne, en une centaine de pages, un exposé méthodique et précis des principaux faits acquis à la science : nature et rôle des principes nutritifs; marche de la digestion; absorption et nutrition; tissus animaux; digestibilité; relation nutritive; mutations matérielles; mutations dynamiques; rationnement et substitutions.

Nos remarques sur cet exposé ne peuvent porter que sur des points particuliers. L'auteur choisit comme abréviations MA pour matières azotées, MNA pour matières non azotées. Il nous a semblé préférable d'adopter, ici même¹, une abréviation plus complète, qui présente le grand avantage de faciliter le calcul. Il est vrai que l'auteur évite de donner des exemples de calcul de rations ou de substitutions alimentaires. Nous savons fort bien qu'en pareille matière le calcul est un simple accessoire, un outil, mais un outil qui permet l'utilisation rapide, sûre et complète des résultats de l'expérience. En partant de données purement expérimentales, on obtient par le calcul des résultats ayant une valeur expérimentale.

Nous savons aussi qu'il ne faut pas confondre les faits expérimentaux mêmes avec leur généralisation, avouée ou non; que les méthodes actuelles de rationnement tiennent compte d'une ou de deux causes de variation des rations, poids et surface, mais qu'elles laissent dans l'ombre une dizaine d'autres causes : espèce, race, sexe, âge, appétit, état d'engraissement, etc.

Aucune méthode ne permet donc de résoudre avec exactitude le problème du rationnement : la moins mauvaise est celle dont les résultats se rapprochent le plus de la réalité des faits.

Le rationnement proportionnel au poids total des animaux à nourrir, adopté implicitement par l'auteur, n'est pas à l'abri de toute critique. Un boulonnais de 1.000 kilos, deux percherons de 500 kilos ou quatre poneys de 250 kilos n'exigent pas la même ration totale d'entretien. Quand on parle de l'élevage lucratif du lapin à un agriculteur, il n'est pas rare de le voir sourire, car il sait que dix lapins consomment autant qu'un mouton sans donner le même produit.

Les normes d'alimentation de Wolff, reproduites dans l'ouvrage, renferment des résultats expérimentaux généralisés par la méthode du rationnement proportionnel. Ces normes ont une grande valeur pratique. Seulement, il est à regretter que les tables n'indiquent pas les résultats expérimentaux eux-mêmes : il serait alors possible de généraliser ces résultats par diverses méthodes en concordance avec la réalité.

L'auteur signale notre méthode de rationnement progressif, dont nous résumons en quelques mots la portée : 1° Le rationnement Crevat et la formule de Meeh ne sont que des cas particuliers du rationnement progressif, comme il est facile de le montrer par un calcul simple; 2° Le rationnement progressif tient compte de l'influence du poids individuel; il n'est pas figé dans une formule unique; par sa souplesse, il permet de grouper des résultats sans lien apparent; enfin, il s'adapte aux faits au lieu de s'imposer à eux. Pour ces raisons, le rationnement progressif nous semble préférable au rationnement proportionnel, à la formule de Meeh et au rationnement Crevat.

Il serait facile de multiplier les observations sur ces questions neuves, mais nous ne pouvons transformer une analyse bibliographique en étude technique.

Les notices de M. Gouin sur les principaux aliments du bétail : fourrages, racines, graines, résidus industriels, aliments d'origine animale, renferment de très nombreux renseignements pratiques.

L'alimentation spéciale des animaux de la ferme est également l'objet d'études très soignées. Pour chaque espèce animale, l'auteur examine les cas qui se présentent dans la pratique journalière de la ferme.

Exemple : alimentation du poulain, de la poulinière, de l'étalon, du cheval de travail.

L'alimentation rationnelle est une science en formation. M. Gouin nous en expose l'état actuel en ce qui concerne les animaux de la ferme. Son livre sera très utilement consulté par les agriculteurs et par les étudiants en agriculture.

E. RABATÉ,
Ingénieur-agronome,
Professeur spécial d'Agriculture.

4° Sciences médicales

Hartmann (Henri), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Travaux de Chirurgie anatomoclinique. Deuxième série. Voies urinaires. Testicule.** — 1 vol. in-8° de 400 pages avec 105 figures. Georges Steinheil, éditeur. Paris, 1905.

A notre époque, la Chirurgie embrasse un si vaste domaine qu'il est impossible à l'esprit le plus actif et le plus complet d'écrire seul un traité de Chirurgie; pour un livre didactique, la collaboration de plusieurs est une absolue nécessité. Dans le nouveau livre que vient de publier M. Hartmann, on trouve la démonstration de ce fait; ses *Travaux de Chirurgie anatomoclinique* sont l'œuvre d'un groupe de travailleurs; chacun défriche un petit coin du domaine et peut ainsi faire un travail bien fouillé.

Lecène étudie les tumeurs solides du rein; Lebreton, l'anatomie des glandes bulbo-urétrales; Esmonet, la tuberculose expérimentale du testicule et des orchites expérimentales, etc...; Lavenant nous donne des notes sur l'épithélioma primitif de l'urèthre; Cuneo, sur l'histologie de l'épididyme hémorragique. Certaines questions sont exposées en collaboration; c'est ainsi que Lecène et Prot décrivent un cas de tuberculose de l'urèthre simulant un néoplasme. Hartmann, seul ou en collaboration, écrit la plus grande partie de l'ouvrage : il nous expose les tumeurs de la capsule surrénale, les kystes du rein; il nous donne d'excellents conseils sur la conduite à tenir en présence d'une déchirure de la veine cave au cours de la néphrectomie, sur le meilleur moyen d'étudier la manière dont se fait l'évacuation du contenu des reins. Tout en travaillant de son côté, il a su néanmoins surveiller le travail de ses collaborateurs, leur donner des idées directrices. Les *Travaux de Chirurgie anatomoclinique* ne sont pas une réunion d'articles disparates; ils constituent un livre qui continue dignement la série commencée l'an dernier.

D^r P. DESFOSSES.

Briançon (D^r), *ex-interne des Hôpitaux de Saint-Etienne.* — **L'Ankylostomiase (Maladie du ver des mineurs).** — 1 vol. gr. in-8° de 350 pages. (Prix : 5 fr.) A. Maloine, éditeur. Paris, 1905.

Chargé par la Commission d'études de l'ankylostomiase de pratiquer, dans la région de Saint-Etienne, les recherches microscopiques nécessaires, M. Briançon en a profité pour faire une étude importante et précise de l'ankylostomiase, dans laquelle il passe en revue toutes les données relatives à cette maladie : l'histoire, les symptômes, la prophylaxie et le traitement de l'affection; le diagnostic, la biologie du parasite.

Il discute les rapports qui existent entre l'anémie des mineurs et l'ankylostomiase et établit, sur des preuves certaines, la nature parasitaire de l'anémie.

La deuxième partie du volume est consacrée à l'étude de l'ankylostomiase dans le bassin houiller de Saint-Etienne, à la publication des recherches de laboratoire et des observations cliniques, à l'exposé de la conduite et des résultats de l'enquête scientifique.

Cet ouvrage contient, à côté d'un exposé très complet de la question, des documents personnels très intéressants.

D^r M. LABBÉ,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine
de Paris.

¹ *Revue gén. des Sciences*, 29 février 1904.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Octobre 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. R. Fuchs donne la forme d'une équation différentielle linéaire du second ordre telle que les points singuliers essentiels sont 0, 1, t , ∞ et que les coefficients des substitutions qu'un système fondamental d'intégrales y_1, y_2 subit avec les circulations de la variable x sont arbitraires et indépendants de t . — M. S. Bernstein étudie les surfaces minima et démontre, en particulier, qu'une surface minima ne peut pas avoir de ligne singulière analytique. — M. P. Painlevé, poursuivant ses études sur les lois du frottement de glissement, montre de nouveau qu'il y a contradiction logique, dans des conditions réalisables, entre les lois de Coulomb et la dynamique des solides rigides. Les conditions dans lesquelles cette contradiction se manifeste peuvent être réalisées pendant une durée aussi grande qu'on veut. — M. G. Bigourdan résume les observations de l'éclipse totale de Soleil du 30 août faites à Sfax (Tunisie). — M. Stéphan communique les observations de la même éclipse faites à l'Observatoire de Marseille. Quelques secondes avant le premier contact, le bord du Soleil s'est coloré d'un mince liseré légèrement orangé, qui s'est évanoui à l'instant même du contact. La température ne s'est abaissée que de 2°.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Guéhard a mis en évidence, par une exposition prolongée à la lumière solaire, le deuxième maximum de la courbe de la fonction photographique et le minimum ultérieur. — M. B. Brunhes : Sur la direction de l'aimantation permanente dans une argile métamorphique de Pontfavein (Cantal) (voir p. 811). — MM. A. Bacovesco et A. Pietet, en chauffant la strychnine en tubes scellés avec de l'eau à 160°-180°, ont obtenu par refroidissement un corps $C^{21}H^{22}Az^2O^3 + 3H^2O$, F. 214°, 5, qui constitue un isomère de la strychnine, l'isostrychnine. Celui-ci, soumis à l'action de l'éthylate de sodium, se transforme en acide isostrychnique de Tafel.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. L. François montre que l'eau joue un rôle très favorable à la multiplication de certaines plantes aquatiques, soit en soutenant les stolons qui peuvent s'allonger davantage, soit surtout en les entraînant au loin quand ils sont brisés. — M. R. Chudeau a retrouvé au sud de la Méditerranée, dans le Sahara, et avec une certaine symétrie, les principales zones de plissement de l'Europe, l'Atlas appartenant au système alpin.

Séance du 9 Octobre 1905.

M. le Président annonce le décès de M. de Richthofen, Correspondant pour la Section de Minéralogie.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. A. Miller démontre le théorème suivant : Un groupe abélien peut se définir comme étant un groupe dans lequel chaque opération peut se transformer dans son inverse par la même opération. — M. J. Janssen résume les observations de l'éclipse totale de Soleil faites à Alcosebre (Espagne). Il signale, d'autre part, la création d'une Association internationale pour les études solaires, dont la première réunion s'est tenue à Oxford, du 27 au 29 septembre. — M. E. Stephan a observé l'éclipse solaire du 30 août à Guelma (Algérie). Il a constaté en particulier de très belles protubérances; l'abaissement de température a été de 6°. — M. M. Stefanik a fait des recherches spectroscopiques pendant l'éclipse du 30 août à Alcosebre. Il a observé la raie

verte de la couronne très brillante; mais aucune ligne n'a été vue dans la partie extrême rouge. — M. C. Millochou a également étudié spectroscopiquement l'éclipse à Alcosebre. Les raies les plus intenses de la couche renversante ont été obtenues de C à K; la raie verte de la couronne a présenté une intensité remarquable. — M. J. J. Landerer a fait des observations sur la polarisation de la lumière de la couronne solaire à Alcosebre. La proportion de lumière polarisée est comprise entre 0,50 et 0,60, valeur semblable à celle qui a été obtenue en 1900.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. L. Rotch et L. Teisserene de Bort montrent que l'existence d'un contre-alizé, qui avait paru infirmée par les observations de M. Hergesell à bord de la *Princesse-Alice*, est nettement prouvée par les recherches récentes de MM. Clayton et Maurice, effectuées avec des ballons-sondes, entre les Açores et le Cap Vert. — MM. P. Freundler et E. Damond ont préparé le bromocyclohexane, $C^6H^{11}Br$, Eb. 61°-62° sous 20 mm., et l'iodocyclohexane, $C^6H^{11}I$, Eb. 84°-86° sous 23-24 mm. Ces dérivés se prêtent assez mal aux condensations avec les dérivés sodés. — M. P. Carré a étudié la décomposition des alcools méta et para-nitrobenzyliques sous l'influence de la soude aqueuse et de la soude alcoolique; il y a oxydation et réduction des groupements nitrés et alcools avec formation d'azoxy ou d'azo-dérivés. — MM. A. Béhal et Tiffeneau ont étudié l'hydrogénation, l'oxydation et la fixation de OH sur quelques éthers phénoliques à chaîne pseudo-allylique $ArC(CH^2) : CH^2$. — MM. E. Bourquelot et E. Danjou ont préparé à l'état pur la *sambunigrine*, le glucoside cyanhydrique nouveau retiré des feuilles de Sureau noir. Elle cristallise en aiguilles incolores; elle est lévogyre; $[\alpha]_D = -76^{\circ}, 3$; F. 151°-152°. Elle est hydrolysée par l'émulsine en donnant du glucose, HCz et de l'aldéhyde benzoïque; elle paraît être un isomère de l'amygdo-nitrile de Fischer $C^{14}H^{12}AzO^6$.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. P. Emile-Weil a constaté que l'anomalie de coagulation que présentent les hémophiles ne tient pas à la présence de substances anticoagulantes dans leur sang; elle est provoquée par l'absence ou l'altération de certaines substances normales, probablement du ferment coagulant, la thrombose. — M^{lle} Stefanowska a étudié, chez le lin et le pavot, l'évolution de la taille. Si l'on porte en abscisses la hauteur et en ordonnées le nombre des individus ayant atteint cette hauteur, on obtient des courbes qui présentent une grande analogie et se rapprochent des courbes binomiales. — M. A. Lacroix adresse quelques observations sur l'état actuel du Stromboli et le tremblement de terre qu'on y a ressenti le 8 septembre.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Octobre 1905.

M. J. Bœckel signale un nouveau cas d'ablation de l'estomac pour cancer de la petite courbure occupant presque toute la cavité stomacale; le malade guérit au bout de trois semaines et son état général est aujourd'hui des plus satisfaisants. — M. V. Babès se demande si toute une série de maladies humaines, comme le paratyphus, la dysenterie, diverses entérites, septicémies, infections hémorragiques, etc., dans lesquelles il a trouvé des microbes qui, par leurs caractères morphologiques et de culture, se rapprochent du groupe de Gartner et des paratyphiques, n'accusent pas une origine animale. Il paraît y avoir un rapport de cause à effet entre certaines de ces maladies et l'alimentation

par certaines viandes. — M. Fernet communique deux cas de pleurésie médiastine, interlobaire et diaphragmatique, l'une purulente, l'autre gangreneuse, traités et guéris par la thoracotomie, avec injections répétées de sérum de cheval chauffé dans le second cas. — M. E. Vidal montre qu'il y aurait un grand intérêt à pratiquer sur une vaste échelle la recherche méthodique des tuberculeux pulmonaires au début de leur maladie et à les traiter avant qu'ils ne soient devenus dangereux pour leurs voisins. — Le même auteur communique les résultats favorables qu'il a obtenus dans le traitement du lupus et dans quelques autres manifestations tuberculeuses par l'héliothérapie.

Séance du 10 Octobre 1905.

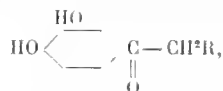
M. A. Josias présente un Rapport sur le concours pour le Prix Vernois. — M. A. Laveran communique un Rapport sur un travail de MM. Soulié et Moreau intitulé : « Le paludisme en Algérie pendant l'année 1904 ». Les auteurs ont constaté une recrudescence formidable du paludisme en 1904, surtout dans le département d'Oran; ce fait s'explique par l'abondance des pluies. La Ligue algérienne contre le paludisme s'efforce de vulgariser les notions scientifiques nouvelles sur l'étiologie et la prophylaxie du paludisme.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 8 Juin 1905 (suite).

M. H. D. Dakin : *Synthèse d'une substance alliée à l'adrénaline*. Ce Mémoire contient un compte rendu des essais de synthèse de l'adrénaline, le principe physiologiquement actif de la glande surrénale. L'adrénaline est communément considérée comme un alcool secondaire dont la formule est la suivante : $C^8H^3(OH)^2 \cdot CH(OH) \cdot CH^2 \cdot AzHCH^3$. La cétone correspondante peut être préparée en faisant réagir la méthylamine sur le chloracétylcatéchol : c'est une substance cristalline, formant des sels cristallins stables. La cétone peut être réduite électrolytiquement, et le produit doit avoir la composition assignée à l'adrénaline naturelle. Quoique la base synthétique ait beaucoup de propriétés chimiques et physiologiques communes avec l'adrénaline, ce n'est probablement pas la forme racémique de cette dernière substance. La base forme des sels extrêmement déliquescents, qui sont instables en solution chaude; si l'on ajoute de l'ammoniaque aux solutions aqueuses des sels, la base libre se précipite sous forme d'un précipité amorphe gris-blanc qui est extraordinairement instable à l'état sec. A cause de difficultés expérimentales, on n'a pas encore pu obtenir des déterminations analytiques et de poids moléculaire satisfaisantes. Un rapport physiologique étroit entre les bases naturelle et synthétique est prouvé par le fait que, chez le lapin, une injection intra-veineuse de moins de 0,000,001 gramme est suivie par une élévation sensible de la pression du sang artériel. Une base qui est probablement identique à la substance décrite ci-dessus a été obtenue en faisant réagir, sur le méthylaminoacétylcatéchol, l'aluminium et le sulfate mercurique (D. R. P. 157,300), et l'on suppose que c'est un alcool secondaire. S'il en est ainsi, la formule de l'adrénaline naturelle demandera une modification, mais il est nécessaire d'avoir de nouvelles preuves expérimentales avant que cette question soit élucidée. — M. H. D. Dakin : *Sur l'activité physiologique de substances reliées indirectement à l'adrénaline*. L'auteur déduit de ses expériences les conclusions provisoires suivantes : 1° Il semble que le noyau du catéchol est essentiel pour la production de substances physiologiquement actives du type de l'adrénaline; 2° Il est important de remarquer que les atomes d'hydrogène des deux groupes hydroxyle dans le noyau du catéchol ne sont pas substitués; 3° Un groupe alkyle d'un poids moléculaire faible (par exemple le méthyle, l'éthyle) attaché à l'azote tend à produire une substance beau-

coup plus active que lorsqu'un groupe aromatique y est relié, tandis que les dérivés de la pipéridine, de l'heptylamine et de la benzylamine occupent une position intermédiaire; 4° La réduction de bases cétoniques du type



dans lequel R est un simple groupe aliphatique, a pour résultat la production de bases avec une activité physiologique énormément accrue; 5° Dans les substances examinées, il semble y avoir un rapport entre l'instabilité chimique et l'activité physiologique et *vice versa*. — M. R. Assheton : *La morphologie du placenta des Ongulés, en particulier le développement de cet organe chez le mouton, et notes sur le placenta de l'Éléphant et de l'Hyrax*. La formation du placenta des Ongulés vrais est fondée sur un système de replis de la membrane subzonale (ou du trophoblaste seulement), qui s'adaptent dans des rainures correspondantes des parois de l'utérus, sans épaissement de la couche trophoblastique du blastocyste et sans destruction de l'épithélium maternel ou d'un autre tissu (*Sus*). Certaines parties des crêtes sont produites par une amplification locale en villosités véritables, dans lesquelles la splanchnopleure de l'allantoïde se répand postérieurement (*Equus, Bos, etc.*). Pour ce type de placentation, qui est produit principalement par le repli du trophoblaste, on emploie le terme de plié (*placenta plicata*), et l'on suppose que les Cétacés, les Siréniens et les Proboscidiens se rattachent à ce type de placentation, aussi bien que les Ongulés vrais et probablement les Edentés et les Prosimiens. Le terme de *placenta cumulata* est employé pour le type de placentation dans lequel le placenta est formé par l'entassement ou l'épaississement de la couche trophoblastique, parmi les cellules accumulées de laquelle circule le sang maternel extravasé. La destruction de l'épithélium maternel se produit probablement toujours. A ce type se rattachent les Rodentiens, les Insectivores, les Hyracoidés, les Primates et les Chéiroptères. Les Carnivores sont peut-être intermédiaires; mais, d'après l'avis de Strahl, ils appartiendraient plutôt au type *plicata*, tandis que, d'après l'avis d'autres auteurs, ils sont voisins du type *cumulata*. La position morphologique du placenta du mouton, dont le Mémoire renferme une description détaillée, se trouve à la fin de la série des formes *plicata*, et se rapproche de très près du type *cumulata*. La placentation des Ongulés indique que cet ordre est relié plus étroitement aux Proboscidiens, aux Siréniens et aux Carnivores qu'aux autres groupes de Mammifères, tandis que la placentation des Hyracoidés ne semble avoir aucun rapport avec ces groupes, mais est du type *cumulata* et ressemble davantage à la forme découverte chez certains Insectivores.

Communications reçues pendant les vacances.

Lord Rayleigh : *Influence des collisions et du mouvement des molécules dans la ligne de visée sur la constitution d'une ligne spectrale*. Si l'on excepte l'influence des collisions et du mouvement des molécules et quelques autres causes de perturbation, une ligne spectrale d'un gaz radiant devrait être infiniment étroite. Il y a vingt-cinq ans, en relation avec quelques déterminations d'Ebert, l'auteur a recherché l'élargissement d'une ligne résultant du mouvement des molécules dans la ligne visuelle, prenant comme base la loi bien connue de Maxwell régissant la distribution des vitesses parmi les molécules qui se choquent, et il a calculé le nombre de bandes d'interférence probables d'après une certaine hypothèse sur le degré de contraste entre les parties sombres et brillantes nécessaires pour la visibilité. Dans cette étude, il n'a tenu aucun compte des collisions, les vibrations provenant de chaque molé-

cule étant supposées maintenues avec une régularité complète pour un temps indéfini. Quoique l'on ait peu de données sur la genèse de la radiation, on a longtemps pensé que les collisions agissent comme une autre cause de perturbation. On suppose que les vibrations d'une molécule ne sont pas dérangées lorsqu'elles décrivent une trajectoire libre, mais qu'elles sont sujettes à une altération de phase et d'amplitude, soudaine et arbitraire, lorsqu'elles rencontrent une autre molécule. Une limitation du nombre des vibrations exécutées avec régularité implique nécessairement une certaine indétermination dans la fréquence, c'est-à-dire une dilatation de la ligne spectrale. Dans sa nature, cet effet est indépendant de l'effet de Doppler; par exemple, il diminue relativement à ce dernier si les molécules sont plus petites; mais le problème se pose naturellement de calculer l'action conjointe des deux causes sur la constitution d'une ligne spectrale. C'est la question étudiée par M. C. Godfrey dans un Mémoire récent¹; le but principal de cette communication-ci est de commenter ce travail. Les formules qu'il obtient sont quelque peu compliquées et elles sont discutées seulement dans le cas où la densité du gaz est réduite sans limite. D'après l'hypothèse de l'auteur, cette réduction ferait disparaître l'influence des collisions, de sorte que les résultats coïncideraient avec ceux déjà rappelés, dans lesquels les collisions n'étaient pas prises en considération. Néanmoins, les résultats des deux calculs diffèrent de 10 %, ceux de M. Godfrey donnant une ligne spectrale plus étroite que l'autre. La différence de 10 % n'est pas de grande importance en elle-même, mais un écart de cette sorte crée un doute, qu'il est désirable, si possible, de dissiper. M. Godfrey lui-même caractérise la différence de paradoxale et émet quelques considérations afin de l'éclaircir. L'auteur pense que la correction du 10 % est inadmissible, et qu'il n'y a ni ambiguïté ni discontinuité en passant à la limite des trajectoires libres infiniment longues; il est enclin à croire que le calcul de M. Godfrey comporte une erreur se rapportant au moyen par lequel on prend les moyennes des diverses trajectoires libres.

— M. W. N. Hartley : *Le spectre d'absorption et la fluorescence de la vapeur de mercure*. L'auteur, ayant entrepris l'étude des spectres d'absorption des métaux à l'état de vapeur, a tout d'abord examiné le mercure. Il le volatilise dans un tube en verre de quartz d'Heraeus, avec un tube latéral du col duquel le métal peut être distillé et condensé. Il fait passer les rayons d'une étincelle condensée à travers le flacon, puis sur une lentille de condensation cylindrique en quartz, qui les concentre sur la fente d'un spectrographe de quartz. *Spectre d'absorption*. Tous les rayons sont transmis, depuis le rouge jusqu'à un point situé dans l'ultraviolet où se trouve une ligne de l'étain à λ 2.571,67. De ce point à λ 2.526,8, il y a une bande d'absorption très intense et bien définie, légèrement dégradée du côté tourné vers le rouge, après laquelle les rayons sont transmis avec une pleine intensité jusqu'à une longueur d'onde d'environ 2.000. *Fluorescence*. Lorsque le mercure est en pleine ébullition, tout le côté du flacon le plus rapproché de l'étincelle s'illumine avec une fluorescence verte. Celle-ci pénètre d'environ 1/3 dans le flacon et illumine l'intérieur. Le verre de quartz lui-même n'est nullement fluorescent. Des solutions de chlorure de mercure ne présentent pas de bande d'absorption. La bande d'absorption dans la vapeur de mercure appartient à la vapeur, et est accompagnée par une forte fluorescence entre un certain maximum et un minimum de température situés très près du point d'ébullition. Il est une question encore non élucidée, à savoir si les rayons absorbés par la vapeur de mercure,

comme cela est prouvé lorsqu'on mesure la bande, réapparaissent avec une réfrangibilité plus faible comme lumière vert jaunâtre d'après la loi de Stokes. — M. J. Larmor, à propos du récent Mémoire de M. A. J. Ewart, communique quelques réflexions sur *la mécanique de l'ascension de la sève dans les arbres*. Pour lui, il n'est pas nécessaire de supposer que la sève, dans la colonne de vaisseaux par laquelle elle monte, est soumise à la grande pression qu'indique cet auteur, et qui s'élève à plusieurs atmosphères pour les arbres les plus hauts. On peut imaginer, au contraire, une colonne verticale de vaisseaux disposés de telle façon que la sève passe lentement par transpiration de chaque vaisseau à celui qui lui est immédiatement supérieur, en traversant les parois poreuses qui les séparent; si la différence de densité est assez grande entre deux vaisseaux adjacents pour créer une tension osmotique supérieure à celle qui est nécessaire pour équilibrer la colonne de fluide, alors l'eau s'élèvera. Cette augmentation de la concentration à mesure que l'on s'élève n'est pas illogique; elle est, au contraire, le résultat naturel de l'évaporation. La succion capillaire exercée par la surface des feuilles peut également jouer un rôle. — M. le Dr A. Theiler communique ses recherches sur *la transmission et l'inoculabilité du Spirillum Theileri Laveran*. Le *Spirillum Theileri* est naturellement transmis par les descendants des *Rhipicephalus decoloratus* qui se sont développés sur les bestiaux atteints ou guéris de l'infection spirillaire. Il est possible de rendre les bœufs et les moutons susceptibles à la spirillose par l'injection du sang d'animaux malades ou immunisés; la preuve que le sang des moutons immunisés est infectieux manque encore. L'effet pathogénique du *Spirillum* est une faible anémie accompagnée de fièvre; dans aucun des cas de l'auteur il n'y a eu un résultat fatal.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE SYDNEY

Séance du 10 Mai 1905.

M. J. M. Petrie communique ses recherches sur *l'huile minérale extraite de la torbanite de la Nouvelle Galles du Sud*. La torbanite est un minéral bitumineux qu'on n'a trouvé qu'en trois contrées du globe : à Torbane Hill (Ecosse), à Autun (France) et dans la Nouvelle Galles du Sud. Dans ce dernier pays, il est principalement soumis à la distillation pyrogénée pour en extraire l'huile qu'il contient. L'huile brute est un mélange de paraffines et d'oléfines surtout. Les oléfines forment 70 % du distillat le plus léger, bouillant à 30°; lorsque le point d'ébullition s'élève, elles diminuent jusqu'à disparaître vers 280°; le reste de l'huile, distillant entre 280° et 400°, consiste entièrement en paraffines. On peut diviser les produits de la distillation en trois parties : 1° les naphtes (9 %), distillant de 30° à 200°, D = 0,660 à 0,800, formés pour moitié des oléfines C⁶H¹² à C¹¹H²², et pour l'autre moitié des paraffines C⁸H¹⁴ à C¹⁴H²⁸; 2° l'huile solaire (3½ %), distillant de 200 à 270°, D = 0,800 à 0,870, formée de 65 % de paraffines C¹⁰H²² à C¹⁵H³², et pour le reste des oléfines C¹⁰H²⁰ à C¹⁵H³⁰; 3° l'huile lourde (17 %), distillant au-dessus de 370°, D > 0,870, formée presque uniquement des paraffines C¹⁴H³⁰ à C³⁰H⁶². A la fin de la distillation, il reste du chrysène. On a aussi constaté la présence de benzène, de phénols et d'une trace de thiophène.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

¹ *Phil. Trans.*, A, t. CXCIV, p. 329.

Revue générale

des Sciences

pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Le Prix Bolyai. — Tous nos lecteurs ont certainement appris par la presse périodique le solennel hommage que vient de rendre à un savant français l'Université du Royaume de Hongrie. On sait qu'à la demande de cette Université un Jury international avait été constitué pour décerner un prix de création nouvelle (le prix Bolyai) à l'auteur de la plus grande œuvre mathématique contemporaine. A l'unanimité, le Jury a salué en notre illustre collaborateur Henri Poincaré, professeur à la Sorbonne, membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes, le plus grand mathématicien de notre temps.

La *Revue* s'abstient de commenter un tel événement, qui, ni en France, ni à l'Étranger, n'a surpris personne, en consacrant, en quelque sorte, à nouveau l'une des gloires de notre pays et du monde.

§ 2. — Nécrologie

Le Commandant Massenet. — La Mission française pour la mesure du degré dans la République de l'Équateur vient d'être cruellement frappée par la mort de son chef intérimaire, le Commandant Massenet, décédé le 1^{er} octobre à Cuenca, après avoir, pendant des années, dépensé sans compter ses forces et son intelligence au service de la science géodésique.

Sorti de l'École Polytechnique en 1883, Louis Massenet entra, après un stage de dix ans dans l'Artillerie, au Service géographique de l'Armée, où sa brillante intelligence, secondée par une rare énergie et une grande élévation de caractère, lui valut d'être rapidement distingué par ses chefs, et lui fit bientôt confier d'importantes missions. Chargé d'opérations géodésiques étendues en France et en Algérie, il était entièrement formé aux travaux sur le terrain lorsque le Service géographique de l'Indo-Chine, récemment créé, demanda, pour la Section de Géodésie, un chef énergique et prêt à entreprendre les difficiles travaux en préparation dans la grande colonie d'Extrême-Orient.

Arrivé à Hanoi en 1901, le Capitaine Massenet jugea rapidement de la nature des déterminations à exécuter. La géodésie de l'Indo-Chine consistait surtout en

travaux séparés, exécutés au fur et à mesure des besoins, dans les pays les plus facilement accessibles. Les relier par un réseau continu de triangles, tel fut le plan que le jeune capitaine proposa à ses chefs, et que ceux-ci jugèrent d'abord irréalisable, en raison des dangers que présentait le séjour dans la montagne annamite, où aucun Européen n'avait encore pénétré. Mais le Capitaine Massenet mit une telle ténacité dans l'élaboration de son projet qu'il finit par obtenir l'autorisation d'en entreprendre la réalisation, et passa deux années à déterminer les éléments d'un immense réseau de triangles, s'étendant sur plus de 2.000 kilomètres, le long de la chaîne dorsale qui court du Tonkin jusqu'à la Cochinchine en traversant l'Annam. Les sommets des triangles principaux sont au nombre de 110, et l'erreur moyenne de fermeture est de l'ordre de 5 secondes centésimales seulement, ce qui est très peu, étant données les difficultés du travail.

Le Capitaine Massenet, dont l'enthousiasme avait gagné ses dévoués collaborateurs, profita du séjour dans les pays traversés pour ébaucher la triangulation de second ordre en vue de la carte, et pour rattacher ses points géodésiques, d'une part avec ceux du Colonel Mac Carthy, à la frontière birmane, et, d'autre part, avec ceux que le Service hydrographique de la Marine avait déterminés en 1875 et 1887. L'accord de tous ces travaux s'est trouvé absolument remarquable.

Rentré en France en 1904, le Capitaine Massenet venait de reprendre le commandement d'une batterie, et comptait sur quelque temps de repos bien gagné pour réparer ses forces, lorsque le Service géographique de l'Armée vint de nouveau faire appel à son dévouement, pour remplacer, à la tête de la Mission de l'Équateur, son chef intérimaire, le Capitaine Maurain, dont la santé nécessitait le retour en Europe.

Parti en décembre 1904, le Capitaine Massenet prit la charge des travaux dès le mois de janvier de cette année, et commença immédiatement la détermination de la différence de longitude entre les stations de la côte et celle de la Cordillère; l'on pouvait espérer qu'il avait échappé aux pires dangers du climat, puisque les opérations à la côte étaient à peu près terminées, lorsqu'il fut atteint, en juillet, par la fièvre typhoïde, qui règne à l'état endémique dans les régions

où il opérait. Sa robuste constitution eut encore raison du mal, et il venait d'entrer en convalescence lorsqu'un abcès au foie se déclara, et l'enleva en quelques jours, peu après qu'il eut reçu sa nomination au grade de chef d'escadron.

Le Commandant Massenot laisse des regrets unanimes et profonds, tant en raison de tout ce que son intelligence, unie à une volonté rare, permettait encore d'attendre de lui, que par l'élévation de son caractère, sa bonté unie à la fermeté, qui en faisaient un chef aimé de tous, et sachant communiquer à tous ses collaborateurs la foi dans le succès.

§ 3. — Astronomie

Lunette méridienne photographique. — Imaginons un collimateur orienté dans le plan du méridien et, devant lui, un miroir cylindrique dont les génératrices sont normales au plan du méridien. Au lieu d'un point lumineux, il sera préférable de mettre, au foyer du collimateur, une fente verticale fournissant plus de lumière; l'appareil étant réglé, les rayons réfléchis par le miroir vont constituer une nappe plane qui projette la fente sur la sphère céleste suivant un grand cercle lumineux qui servira de cercle de référence. Il suffit alors d'ajouter, pour l'observation, une lunette visuelle ou photographique, dont l'objectif reçoit la nappe plane formée des rayons réfléchis par le miroir et, en même temps, la lumière des étoiles; cet objectif est assez large pour n'être que peu masqué par le miroir cylindrique de petite dimension. Les étoiles forment donc leurs images dans le plan focal; dans le même plan, les rayons de la nappe lumineuse produite par le miroir cylindrique forment une ligne fixe qui servira de référence, ligne qui n'est autre chose que l'image du grand cercle découpé dans la sphère céleste par le plan de référence.

Tel est le principe du dispositif nouveau proposé récemment par M. Lippmann dans le *Bulletin astronomique*; l'Observatoire de Paris a fait construire un appareil, sur les indications de l'auteur, pour déterminer ainsi les ascensions droites par la méthode photographique, et l'organisation du Service correspondant a été confiée à deux habiles astronomes, MM. Jean Mascart et W. Ebert.

Dans l'instrument dont il s'agit, par un dispositif plus pratique, la lunette réceptrice est constituée par un objectif renvoyant les rayons lumineux vers l'oculaire par l'intermédiaire d'un miroir à 45°; l'objectif a 16 centimètres de diamètre, permettant l'observation des étoiles de 11^e grandeur; le champ est d'environ 2° 1/2 carrés; la pose de 12 minutes peut, dans de bonnes conditions, photographier les étoiles de 9^e grandeur, la lunette étant montée équatorialement.

L'étude des clichés avec la machine micrométrique permettra de conclure les différences d'ascensions droites avec une grande précision; l'image d'une fondamentale donnera l'état de la pendule, le collimateur à fente étant muni d'un obturateur instantané, réglé par la pendule elle-même, et qui donne sur le cliché des images équidistantes de la ligne de référence. Si, au contraire, on ne désire que la marche de la pendule, et non son état absolu, on la pourra déduire avec une grande précision de divers clichés du même groupe stellaire. Les documents réunis en un instant sont nombreux: suppression des erreurs personnelles. La méthode est directe, puisque les instruments dont il faut connaître les indications sont automatiquement reliés entre eux, et, comme dans les observations ordinaires, on n'a pas à rapporter les objets faibles à des étoiles de repère, pour déterminer ultérieurement les coordonnées de celles-ci par rapport aux étoiles fondamentales.

MM. Jean Mascart et W. Ebert ont rencontré dans l'étude d'un tel instrument bien des difficultés: tels réglages et telles déterminations, qui paraissent très simples grâce à des dispositifs de laboratoire, se sont

montrés beaucoup plus complexes dans la réalité. Mais il fallait avant tout étudier avec soin le nouveau dispositif, plutôt que de songer à le faire immédiatement servir à des déterminations définitives; et, en effet, à l'heure actuelle, cet instrument ne peut être considéré que comme un modèle destiné à bien mettre en évidence les meilleures conditions qu'il faudra réaliser à l'avenir dans l'étude et la construction du système imaginé, à en faire sentir la portée, et à établir la technique désirable pour aboutir à des résultats d'une précision réelle.

Sans entrer ici dans le détail des perfectionnements dont l'utilité a été mise en lumière, dès à présent, par les expériences de ces astronomes, et grâce aux modifications proposées dont l'exécution est assez facile, on peut dire que de pareils instruments constitueront un nouveau et précieux moyen de travail pour la mesure des ascensions droites des astres et rendront de très grands services à l'Astronomie d'observation.

C'est là, évidemment, une importante contribution à l'astronomie instrumentale de haute précision, et nous n'aurions qu'à louer pleinement les auteurs de leur initiative et de leurs déterminations méthodiques, si un petit point intéressant n'avait pas été laissé dans l'ombre: Comment se comporte le miroir cylindrique? et quelle confiance peut-on avoir dans la construction d'une telle surface? C'est là un point sur lequel il serait bon d'être renseigné, si l'on veut désormais s'écarter du plan et de la sphère comme surfaces optiques; d'ailleurs, rien n'empêche de substituer au cylindre un miroir tournant, et l'on peut avoir beaucoup plus de confiance, *a priori*, dans la réalisation d'une petite surface plane.

Espérons que cette étude sera faite, et que la modification que nous proposons sera tentée, au besoin, dans la construction d'appareils de ce genre, mais plus puissants.

§ 4. — Météorologie

L'épaisseur des glaces en Sibérie. — D'après les observations de Middendorff, confirmées depuis par Maack, la nappe de glace sur les lacs ne dépasserait pas 2^m,40 et, en règle générale, varierait entre 1^m,50 et 1^m,80. M. Vœikov a repris, avec sa haute compétence, l'étude de cette question en ce qui concerne l'épaisseur de la couche de glace qui recouvre en hiver les eaux douces en Sibérie, et consigne ses observations dans le *Meteorologische Zeitschrift*; l'épaisseur de glace des fleuves sibériens n'est pas très considérable: 0^m,90 à 0^m,70 sur l'Énissié par exemple.

Cependant, à l'extrémité septentrionale de la Sibérie, dans la « toundra », cet épouvantable désert qui occupe tout le nord du pays, les nombres notés sont plus élevés: 2^m,05 à 2^m,15 à Boulonn, par 70°45' de latitude, 2^m,30 à 2^m,35 à Rourskoÿé Oustié, par 71°. Cette région est comprise entre les isothermes annuels — 16° et — 14° et, de décembre à mars, la température moyenne varie de — 34° à — 36°. A Verkhoyansk, sur la Yassa, sous 67°30', 1^m,80 seulement d'épaisseur de glace, ce qui est d'autant plus curieux que cette localité se trouve voisine du pôle de froid de l'Ancien Monde: la température moyenne des trois mois d'hiver est de — 44° à — 48°, et l'on a observé jusqu'à — 67°,8.

Aux latitudes de Londres et de Hambourg, en Transbaïkalie, on trouve bien des singularités très curieuses sur lesquelles nous ne pouvons insister ici, et des épaisseurs très variables, de 1 mètre à 2^m,35: d'une manière générale, il y a une croissance énorme de la glace dans le haut bassin de l'Amour lorsqu'il y a peu ou point de neige, et la dépendance est très nette entre l'épaisseur de la glace et la quantité de neige.

En raison de sa mauvaise conductibilité, la neige arrête la croissance de la glace. M. Vœikov raconte que, pour empêcher que les cours d'eau et les lacs peu profonds ne gèlent jusqu'au fond et que cette congélation totale ne détruise les poissons, les Yakoutes recouvrent la glace de branches de pins; ces entasse-

ments de branchages déterminent la formation de monceaux de neige et, par suite, arrêtent l'accroissement de la glace.

§ 5. — Génie civil

Action du magnétisme sur les chronomètres. — L'aimantation des pièces en acier, constatée depuis fort longtemps, n'avait pas d'inconvénients tant que, au point de vue de la chronométrie, la précision du réglage n'avait pas l'importance actuelle; mais le besoin que nous éprouvons d'avoir, sous un volume restreint, un mécanisme qui nous indique assez exactement l'heure à chaque instant de la journée, rend la tâche scientifique et pratique de l'horloger de plus en plus difficile.

Dans les pendules de précision, par exemple, le poids moteur est en général notablement supérieur au poids nécessaire à l'entretien du mouvement du balancier; et si des causes retardatrices viennent à se produire, l'énergie du poids qui tombe lentement, dent par dent de l'échappement, est assez grande pour que le mouvement à peu près régulier ne soit pas modifié d'une manière sensible, en supposant toutefois que la longueur du pendule reste constante. Mais il en est autrement dans un chronomètre de marine ou de poche : le mouvement est entretenu, non pas par la chute d'un poids, mais par la mise en jeu de forces élastiques, et ces forces élastiques sont d'autant plus grandes que la masse déformée est aussi plus grande. C'est un fait d'expérience journalière, et d'une évidence telle qu'il serait inutile d'en parler si la Mécanique théorique et pratique ne tendait pas à la précision, et surtout à la meilleure utilisation possible des forces à notre disposition.

Dans les chronomètres actuels, qui sont, relativement aux pendules, si petits et formés de si nombreux organes, l'énergie motrice emmagasinée dans un ressort déformé, tendu, est quelque peu supérieure à celle que nécessite la mise en mouvement de ces organes. Mais, pour qu'un mécanisme fonctionne d'une façon régulière, il faut surtout que l'énergie motrice reste sensiblement constante ou, tout au moins, que les variations qu'elle subit n'atteignent pas une limite devant affecter le mouvement dit régulier. Or, parmi les causes de variations du mouvement de marche d'un chronomètre, l'aimantation des pièces en acier donne précisément naissance à des forces perturbatrices non négligeables.

Les pièces qui peuvent devenir des aimants sont : les pivots, ressorts, ancre, spiral et balancier, et accessoires d'échappement. Les actions mutuelles de ces différents organes, envisagées seulement au point de vue de l'aimantation, sont des actions à distance et de deux sortes : les unes permanentes, qui tendent à augmenter le frottement des pivots sur les pierres; les autres périodiques, tantôt accélératrices, tantôt retardatrices, tendant à altérer la période d'oscillation du balancier et son amplitude, au point de provoquer l'arrêt d'un chronomètre.

M. L. Guillin, chef des Travaux de Physique industrielle à l'Université de Besançon, s'est préoccupé d'étudier cette aimantation d'une façon purement expérimentale, car il est clair que la complication de ces organes rendrait illusoire l'étude mathématique du champ magnétique et de ses variations. Pour cela, il suffit de revenir à l'expérience classique du *spectre magnétique*, qui permet de définir le champ, les lignes de force et les pôles; dans le cas de plusieurs aimants, le spectre sera caractéristique des actions mutuelles des pôles et de la distribution des différents éléments.

On peut espérer analyser de la sorte le magnétisme en chronométrie. Si l'on prend, par exemple, un ressort aimanté, confiné dans son barillet, on pourra étudier son spectre et varier à l'infini les conditions de l'expérience : on a une figure très analogue à celle d'un barreau aimanté, évidé en son milieu, avec deux

pôles bien distincts. Si le ressort se détend, on a, au contraire, une série de pôles distribués suivant les différentes spires, et ces spires subissent par conséquent des actions mutuelles capables d'influer dans une certaine mesure sur la détente du ressort : actions accélératrices si, entre deux spires voisines, les lignes de force se repoussent, retardatrices dans le cas contraire. Ainsi, deux spires voisines tendraient à rester adhérentes et, de toutes façons, la perturbation va créer des alternatives dans la détente.

Le spiral peut être étudié de la même façon, et c'est sur lui que l'action perturbatrice de l'aimantation se fera le plus sentir, altérant l'amplitude de la période. Le cylindre aimanté mettra en évidence quatre centres magnétiques, avec une disposition de lignes de force qui ne pouvait être fixée que par l'expérience. Mêmes expériences pour les mouvements à ancre, munis de leurs pendants : on relève encore l'existence d'une série de pôles magnétiques qui font ressortir la présence de forces parasites dues à l'aimantation, forces dont l'influence sur la régularisation du mouvement est loin d'être négligeable.

Déjà M. Cornu s'était très habilement préoccupé de questions chronométriques de cette nature : il avait donné les observations faites sur une montre aimantée, relativement à la variation de marche, suivant l'orientation de cette montre dans le champ magnétique terrestre, ce qui revenait à faire varier les forces dues à l'aimantation; et, sur une montre quelconque, la présence seule du champ terrestre occasionnera une cause perturbatrice. Nous ne reproduirons pas ici les conclusions de cet éminent physicien, conclusions que l'on peut trouver dans les *Comptes Rendus*, mais, dans le même ordre d'idées, il existe une autre cause, plus faible sans doute, de la variation de marche d'un chronomètre : pour cela, il faut remonter à l'expérience primitive de Gambey, en 1824, montrant qu'une aiguille aimantée qui oscille dans le champ magnétique terrestre revient plus facilement au repos à sa position d'équilibre lorsqu'elle est placée au dessus d'une masse métallique telle que du cuivre. Herschel et Babbage font l'expérience inverse, et, avec Arago et Faraday, nous savons aujourd'hui ce que sont l'induction et les freins électromagnétiques résultant des courants induits.

Dans un chronomètre aimanté, le balancier et le spiral remplissent le rôle d'aiguille aimantée, et déterminent dans la platine des courants induits faisant frein et tendant à diminuer l'amplitude des oscillations : il doit s'ensuire une variation de marche, et l'on voit que cette aimantation des montres, et la variation de cette aimantation, apportent une difficulté de plus à celles du réglage mécanique.

M. Guillin a-t-il choisi la bonne voie et un processus expérimental avantageux? Une fois les pièces connues, une à une, par cette méthode des spectres, pourrait-on les combiner utilement? Nous ne le pensons pas, pour notre part; car, outre que le spectre n'est pas assez sensible, la complication et la multiplicité des pôles rendra bientôt le phénomène impossible à interpréter. Néanmoins, les recherches sont intéressantes, et nous devons attendre les renseignements promis par l'auteur sur la façon dont une montre peut s'aimanter, et les moyens employés pour faire cesser cette aimantation.

§ 6. — Physique

Une pile thermique à vide. — La vitesse de refroidissement d'un corps chauffé au-dessus de la température ambiante et plongé au sein d'un gaz, en tant qu'elle est due à la conduction et à la convection de la chaleur, est réduite dans une grande mesure par une dilution considérable du gaz ambiant. Tel est le fait qui résulte des expériences de MM. Kundt et Warburg sur les thermomètres à mercure. Aussi, en renfermant les piles thermiques dans des vases vides d'air, l'on

augmente évidemment leur sensibilité à un degré considérable. Il en sera même de tous autres dispositifs de mesure où l'effet thermique d'un courant électrique ou d'un rayonnement est utilisé pour des déterminations d'intensité, que ce soit la variation de résistance d'un fil (comme dans les bolomètres) ou son allongement (comme c'est le cas de certains instruments de mesure techniques) qui servent de base aux mesures.

Dans un Mémoire publié dans la *Physikalische Zeitschrift* (n° 16), M. H. Brandes décrit une pile thermique à vide du type Klemencic, qu'il dit être d'une fabrication et d'une manipulation très commodes. Dans une calotte de verre constituant la partie supérieure du vase de la pile thermique, l'on dispose quatre tubes de verre à des distances de 1 à 1 1/2 centimètre, dont les bouts renferment des fils de platine de fort diamètre constituant une section carrée et où l'on scelle la pile thermique proprement dite consistant en fils de constantan et de fer.

En faisant le vide dans cette pile, on en porte la sensibilité à des valeurs dix-huit fois plus grandes.

Une pile thermique à vide, tout en étant d'une sensibilité analogue, est préférable aux bolomètres en ce qu'elle est plus compendieuse et qu'elle ne nécessite aucune source de courant spéciale, ni aucune graduation préalable. Ses indications gardent une proportionnalité parfaite.

§ 7. — Électricité industrielle

La transmission à distance des écritures et dessins.

L'idéal que les inventeurs de dispositifs de transmission instantanée se sont proposé depuis longtemps, c'est de construire des appareils téléoptiques au moyen desquels les événements se passant en un lieu donné soient rendus visibles à des endroits éloignés, au moyen d'une transmission télégraphique. Bien qu'étant loin d'une solution véritable, ce problème a été résolu en partie par l'invention d'appareils permettant la transmission à distance des écritures et même des photographies.

Le Professeur Korn, à Munich, a été tout particulièrement heureux dans ses expériences de transmission des photographies, mais son appareil, en raison de son

coût élevé et de sa forte consommation d'énergie, n'entrera pas, sans doute, de sitôt dans la pratique courante. On peut espérer, au contraire, un véritable succès pratique d'un autre appareil beaucoup moins coûteux et plus modeste, qui se borne à la transmission des écritures et des traits : nous entendons parler du *télautographe* Gruhn, appareil qu'on peut facilement relier à toute ligne téléphonique existante. Présenté au public il y a déjà plusieurs années, cet instrument vient de recevoir des perfectionnements considérables qui en augmentent l'utilité et qui en favoriseront, sans doute, l'adoption plus générale.

Les figures 1 et 2 représentent le mode de fonctionnement de l'appareil.

Un crayon *t* à âme de graphite est articulé sur un bras de levier *a*. Ce levier, qui est très mobile, permet au crayon de se déplacer dans toute direction voulue à travers le plan du dessin sans gêner l'opérateur. L'autre bout du bras de levier est attaché à l'intérieur de l'appareil à un axe de rotation *p*, susceptible de se déplacer suivant la ligne AB.

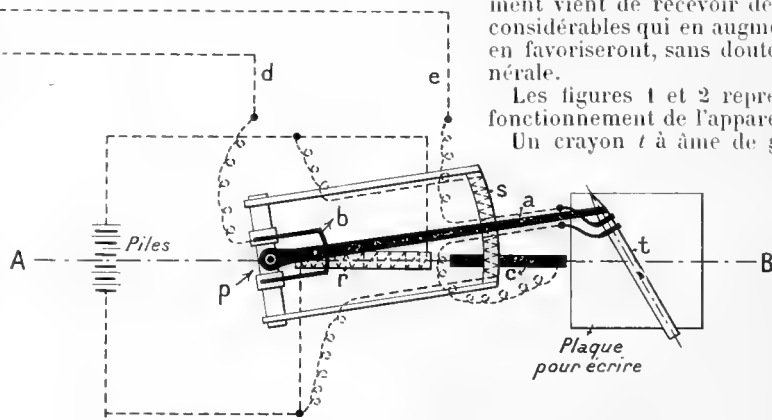


Fig. 1. — Poste transmetteur du télautographe. — *t*, crayon articulé sur bras de levier *a*; *p*, axe de rotation du levier *a*; *r*, résistance fixe; *s*, résistance mobile; *b*, archet collecteur relié au fil *d*; *c*, barre collectrice reliée au fil *e*.

Le crayon peut, par conséquent, exécuter un mouvement quelconque, et ses déplacements impriment un double mouvement oscillatoire et de va-et-vient au bras du levier.

Dans la figure 1, *r* est une résistance fixe et *s* une résistance mobile qui est rigidement reliée au bras de levier *a* par la tige qu'on remarque dans la figure; ces deux résistances sont en rapport avec une batterie de huit éléments de pile sèche; *b* est un petit archet collecteur monté sur le levier mobile, dont il est isolé, et *c* est une barre collectrice fixe. Ces deux collecteurs de courant sont reliés aux fils de transmission *d* et *e*. Or, une partie du courant de la batterie s'écoulant à travers les collecteurs dans les fils de transmission, on comprendra aisément que les

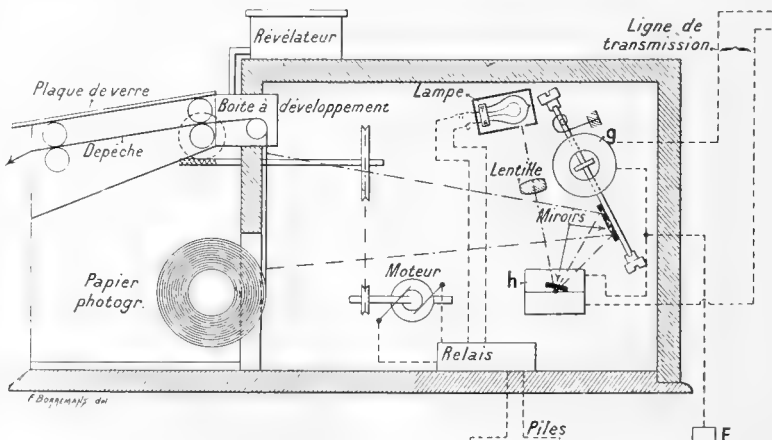


Fig. 2. — Poste récepteur du télautographe.

courants traversant ces derniers, loin d'être constants, sont modifiés par toute variation de position du crayon inscripteur. A tout point du plan du dessin correspondant, par conséquent, deux intensités de courant différentes, mais bien définies, de façon que les mouvements du crayon sont, pour ainsi dire, convertis en modifications de courant. Les lignes spiralées de la figure 1 représentent des cordons conducteurs flexibles.

Les courants transmis à la station réceptrice reviennent soit par la terre, soit à travers un troisième conducteur. A la station lointaine, les courants pénètrent dans un appareil de réception (fig. 2), où l'on a

disposé une petite lampe électrique projetant un mince pinceau lumineux sur un miroir très petit. Après avoir été réfléchi par ce dernier, le pinceau lumineux va frapper un autre miroir, le réfléchissant à son tour sur du papier sensible à la lumière. Une lentille interposée sert à concentrer les rayons lumineux dans un foyer bien défini. Les deux petits miroirs ne sont point immobiles, mais se meuvent sous l'influence des courants qui leur sont transmis, leurs axes de rotation portant des aiguilles magnétiques. Ces dernières reçoivent un mouvement oscillatoire sous l'action des bobines *g* et *h* traversées par les courants qui arrivent. L'un des miroirs oscille de haut en bas et l'autre de droite à gauche, conformément aux mouvements du crayon inscripteur de l'appareil de transmission. Il s'ensuit que le rayon réfléchi exécute ces mêmes mouvements,

qui se combinent en un mouvement résultant. On comprendra sans peine qu'on puisse diriger le rayon lumineux de tous côtés au moyen des deux miroirs avec la même facilité que le crayon inscripteur de l'appareil de départ. Le mouvement de ce dernier a, en effet, été décomposé dans l'appareil de transmission en deux mouvements, vertical et horizontal respectivement, qui se recombinaient dans l'appareil de réception pour reconstituer le mouvement original. C'est dire que le rayon lumineux est devenu un crayon inscripteur se mouvant sur le papier photographique avec la même vitesse que la pointe de graphite et simultanément avec cette dernière, ce qui produit sur ce papier une inscription photographique.

Le développement de ces impressions lumineuses est opéré automatiquement par l'appareil, un petit électromoteur retirant la dépêche de la boîte. Le procédé de développement ne demande que 10 secondes, c'est-à-dire que, 10 secondes après que l'opérateur a déposé son crayon, la dépêche autographiée est arrivée à l'autre station.

Les expériences faites par l'Administration des Postes allemandes ont démontré la possibilité d'employer une même ligne téléphonique simultanément pour téléphoner et pour faire jouer le téléautographe, sans donner lieu à la moindre perturbation. Même à des distances considérables (par exemple entre Berlin et Dresde, soit sur 200 kilomètres), le téléautographe a été essayé avec un succès complet.

Cet appareil rendra des services surtout dans le cas où le téléphone n'assurerait pas le secret de la missive ou qu'on désire en posséder une reproduction écrite. Les transactions de banque, par exemple, profiteront du téléautographe, qui leur permettra de transmettre les signatures par télégraphe.

Alfred Gradenwitz.

§ 8. — Chimie industrielle

Les phénomènes qui accompagnent la réduction du fer. — Sous ce titre, MM. Schenck et W. Heller viennent de publier un intéressant Mémoire¹

sur les réactions qui s'accomplissent dans le haut-fourneau.

On sait que la réaction $2CO \rightleftharpoons C + CO_2$ est équilibrée lorsque $p^{CO}/p_{CO_2} = \zeta$ (où ζ est la constante d'équilibre); on sait, d'autre part, que la réaction $FeO + CO \rightleftharpoons Fe + CO_2$ est également équilibrée lorsque $p_{CO}/p_{CO_2} = \eta$. Si les deux réactions ont lieu simultanément, quand il y a équilibre les deux équations doivent être vérifiées à la fois, et, si P est la pression totale des deux gaz, on a : $p_{CO} = \zeta/\eta$, et $P = \zeta(1 + \eta)/\eta^2$. Comme ζ et η dépendent seulement de la température, il s'ensuit que la pression totale, ainsi que la pression partielle de chaque gaz, ne dépendent aussi que de la température; par conséquent, en présence de carbone, l'oxyde ferreux ne sera réduit par CO que si la pression totale de

CO_2 et de CO présents est inférieure à P, tandis que, si elle est supérieure, le fer sera oxydé et le carbone mis en liberté.

Pour vérifier ces déductions, les auteurs ont mesuré directement P à différentes températures, partant à la fois d'un mélange de fer et de carbone en présence de CO_2 et d'un mélange de carbone et d'oxy-

de ferreux, en maintenant la température de leur appareil constante jusqu'à ce que la pression ne variât plus. Ils ont obtenu les résultats suivants :

EN PARTANT DU Fe MÉTALLIQUE		EN PARTANT DU FeO	
Tempér. en deg. C.	Press. en mm.	Tempér. en deg. C.	Press. en mm.
469	10,9	468	10,3
—	—	540	30,0
600	65,0	—	—
—	—	620	81,5
—	—	669	169,2
703	308,0	—	—
719	393,8	728	438,4
—	—	778	750,0
—	—	780	780,0

Les résultats des deux méthodes concordent parfaitement.

Il en résulte que, dans les conditions normales, c'est-à-dire sous la pression atmosphérique, il n'y a aucune réduction, si aucun gaz indifférent n'est présent, au-dessous de 775° C. environ, car à cette température seulement la pression d'équilibre P est égale à la pression totale des gaz réagissants; pour travailler à une température inférieure, il est nécessaire de réduire cette pression totale, soit en opérant dans un vide partiel, soit en diluant avec un gaz indifférent. Dans le haut-fourneau, par exemple, quand l'air est employé à produire CO, la pression totale des oxydes du carbone ne peut pas excéder 250 millimètres et, dans ce cas, la réduction peut se produire à toutes les températures supérieures à 695° environ. Si, localement, la température tombe au-dessous de ce point, les conditions existent pour la réoxydation du fer réduit et le dépôt de carbone.

Le manganèse étant beaucoup plus oxydable que le fer, la valeur de ζ , pour le cas de ce métal, est plus élevée, et par conséquent la valeur de P est inférieure à ce qu'elle est dans le cas du fer. Les auteurs n'ont pu obtenir une valeur mesurable de P pour le manganèse

¹ Ber. der. deutsch. chem. Gesellschaft, 1905, t. XXXVIII, p. 2132-2139.

*Der Teleautograph (Grühn)
braucht wenig Stromkraft,
kann mit dem Telephon ver-
bunden werden. Er sendet
det original Handschriften
auf grosse Entfernungen.
Näheres durch
Gryzanna Charlottenburg 5.*

*Der Teleautograph (Grühn)
braucht wenig Stromkraft,
kann mit dem Telephon ver-
bunden werden. Er sendet
det original Bänderungen
auf grosse Entfernungen.
Näheres durch
Gryzanna Charlottenburg 5.*

Fig. 3. — Exemple de message tel qu'il a été transmis (partie gauche) et reçu (partie droite) dans le téléautographe.

au-dessous de 1200° C. (10 millimètres). A 1229°, elle est de 15 millim. 3; mais les expériences n'ont pu être continuées à cause de la détérioration des tubes de quartz à ces hautes températures.

L'emploi du papier comme préservatif du fer et de l'acier contre la rouille. — A la dernière réunion de la Société américaine pour l'Essai des matériaux, à Atlantic City, M. L. H. Barker a communiqué d'intéressants renseignements sur un nouveau procédé de préservation contre la rouille.

On sait que la rouille ne se forme pas sans humidité et, comme tous les vernis sont plus ou moins perméables à cette dernière, l'auteur a cherché à réaliser un isolement absolument impénétrable à l'eau; après de nombreux essais infructueux, il a fait choix d'une garniture en papier huilé qui s'est montrée très efficace. La garniture de papier a d'abord été utilisée comme préservatif contre l'action de la fumée sur des barreaux d'essais; après une durée de deux ans et trois mois, on a constaté que la couche de peinture extérieure, le papier et la première couche étaient restés intacts, tandis qu'aux endroits où l'on n'avait pas mis de papier la première couche n'était pas encore sèche, et la surface de l'acier montrait le même aspect que pour un acier recouvert de vernis seulement.

Ces résultats encourageants conduisirent à faire des essais sur une plus grande échelle. Un grand nombre de fers en **I**, qui supportaient des fondements situés à quelques pieds seulement au-dessus d'une étendue d'eau salée, furent revêtus d'une enveloppe de papier; ils étaient ainsi soumis à une humidité constante et à l'action des gaz de marais. Or, après plus d'une année, ils ne présentent pas la moindre trace de rouille.

La garniture du fer avec le papier huilé se fait de la façon suivante : Après que toute la rouille antérieure a été soigneusement enlevée au moyen de brosses en fils métalliques raides, on donne une première couche de peinture, puis on pose le papier dessus, et l'on presse fortement ce dernier sur la surface peinte, de telle façon que les bords des bandes de papier séparées se recouvrent légèrement; enfin, on passe la deuxième couche. Ce procédé offre l'avantage que l'apposition des deux couches de peinture et celle du papier peuvent être faites à peu d'intervalle, ce qui diminue beaucoup les frais ¹.

L'emploi de l'acide formique en distillerie. — M. H. Lange vient d'attirer l'attention sur les résultats extrêmement favorables qu'on obtient en distillerie par l'addition d'acide formique au milieu en fermentation déjà acidifié par l'acide lactique². L'acide formique à faible dose stimule l'activité fermentative de la levure, maintient la diastase à l'état actif pendant toute la durée de la fermentation et protège le liquide contre les bactéries acidifiantes, en donnant ainsi un rendement maximum en alcool. La fermentation des milieux contenant de l'acide formique commence plus tranquillement que d'habitude et se poursuit avec une intensité plus uniforme; un trait caractéristique de ces milieux, c'est l'exceptionnelle vigueur de la fermentation secondaire. Cette uniformité d'intensité fermentative permet de remplir les cuves plus haut que de coutume. Pour une cuve de fermentation de 3.000 litres de capacité, on emploie 50 à 60 centimètres cubes d'acide formique pur. En pratique, l'acide formique est dilué au 1/8. Le milieu à fermenter est préparé et acidifié à la manière ordinaire; après qu'il a été refroidi à 37°-38° C., on ajoute 100 centimètres cubes d'acide formique dilué pour chaque 100 litres de liquide et la levure est plongée à la température convenable. Après que la levure a agi pendant trois fermentations successives, la dose d'acide formique est élevée à 200 centi-

mètres cubes par hectolitre, et maintenue ainsi pendant six autres fermentations; à partir de ce moment, on emploie constamment 300 centimètres cubes d'acide dilué pour 100 litres de liquide. Quand on emploie la plus forte proportion d'acide formique, il est bon d'élever de 1,5 à 2° la température à laquelle on ajoute la levure.

§ 9. — Biologie

Sur les prétendues dents aurifiées des moutons australiens. — Il y a quelques mois, des journaux quotidiens de Londres et de Sidney annoncèrent qu'on avait découvert des dents aurifiées chez quelques moutons d'Australie. M. A. Liversidge vient de présenter, sur ce cas bizarre, un intéressant Mémoire à la Société Royale de la Nouvelle Galles du Sud.

Ayant reçu la moitié inférieure de la mâchoire d'un mouton de Dubbo, il a observé que les dents de celle-ci étaient plus ou moins complètement incrustées d'une substance métallique, jaune, mais plus semblable à de la pyrite de fer (marcasite) ou à du laiton qu'à de l'or. Ce dépôt mesure moins d'un millimètre d'épaisseur. Sous l'objectif, on reconnaît qu'il est formé de couches translucides minces, mais il n'y a aucune structure organique définissable. Le lustre métallique est dû à la façon dont la lumière est réfléchie par la surface des pellicules superposées. L'incrustation se dissout en partie dans les acides dilués; le résidu consiste en matière organique pelliculeuse, possédant toujours l'éclat métallique, mais blanc et non plus jaune. L'examen chimique montre que cette incrustation sur les dents est un dépôt analogue au tartre dentaire et formé principalement de phosphate de chaux et de matière organique.

L'acapnie évitée par la respiration d'un mélange d'oxygène et d'acide carbonique. — On sait que, pour un aéronaute normalement entraîné, les malaises sérieux dus à la raréfaction de l'air commencent entre 7.000 et 8.000 mètres. C'est entre 8.000 et 9.000 que se sont produits les accidents graves, comme ceux dont la catastrophe du *Zénith* a laissé le souvenir. Mais, en appliquant la doctrine de Paul Bert, on a pu atteindre des altitudes plus élevées encore, en pratiquant des inhalations d'oxygène, comme l'ont fait MM. Berson et Süring, qui, cependant, étaient évanouis lorsque leur ballon atteignit sa plus grande altitude, qui fut de 10.600 mètres.

D'après le Professeur Mosso, l'acide carbonique est un puissant adjuvant de l'oxygène pour combattre l'asphyxie due à la raréfaction, et les expériences entreprises depuis quelques années par l'éminent physiologiste ne laissent aucun doute à cet égard.

Les recherches récentes du Dr Agazzotti, élève du Professeur Mosso, sont plus concluantes encore. Les premiers essais, dont le sujet fut un orang-outang, furent si décisifs que le Dr Agazzotti n'hésita pas à se soumettre à une atmosphère très raréfiée, créée dans une vaste cloche de fer appartenant à l'Institut physiologique de Turin. Mais, si la totalité du gaz contenu dans la cloche eût participé à l'expérience, la difficulté de l'aéragé aurait rendu impossible le dosage exact des gaz respirés, de telle sorte que l'expérience eût été peu concluante. En fait, la cloche servait seulement à fournir au sujet un milieu artificiellement raréfié, au travers duquel circulait de l'air frais, entrant par un robinet peu ouvert, et aspiré par une pompe puissante qui entraînait mécaniquement les produits de la respiration. L'air inspiré, au contraire, était fourni par un gazomètre, et arrivait sous un masque étroitement appliqué sur la figure de l'expérimentateur, qui rendait le gaz expiré par une soupape. La consommation de gaz était de 500 litres par expérience. La composition de ce gaz était, en moyenne, de 67 % d'oxygène et de 13 % d'acide carbonique, le reste étant de l'azote.

Dans les premières phases de l'expérience, l'air de la cloche était seul respiré, et ce n'est qu'après les

¹ D'après *Stahl und Eisen*, t. XXV, n° 19, p. 4159.

² *Zeitsch. f. Spiritusind.*, 1905, t. XXVIII, p. 341-432.

premiers malaises que commençait la respiration artificielle.

Dans une des expériences que cite M. Agazzotti, la pression ayant été abaissée en une demi-heure jusqu'à 440 millimètres de mercure, aucun malaise n'était encore perceptible; mais, dix minutes plus tard, les premiers symptômes d'asphyxie débutèrent, à une pression de 360 millimètres, par de la fatigue musculaire et cérébrale, avec un peu de céphalalgie. La fréquence de l'inspiration était de 14 par minute, au lieu de 7 au début de l'expérience. Le gaz artificiel produisit un soulagement immédiat et ramena l'observateur aux conditions du début de l'expérience. La raréfaction fut poussée encore plus loin, et la pression descendit graduellement jusqu'à 140 millimètres en une demi-heure environ. La fréquence de la respiration était alors de 23 1/2. La fin de l'expérience fut indiquée par l'épuisement prochain du gaz artificiel. Le retour à la pression normale s'effectua en vingt minutes, sans aucun inconvénient pour l'opérateur.

Dans une deuxième expérience, la raréfaction fut poussée jusqu'à 122 millimètres de mercure, pression sous laquelle M. Agazzotti se trouvait parfaitement à son aise, puisqu'il caractérise dans les termes suivants son état : « J'aurais pu résister à une raréfaction plus forte, car je me trouvais encore parfaitement à mon aise, la mémoire lucide, la vue normale, les mouvements sûrs; je n'avais aucun tremblement des lèvres, comme dans l'autre expérience, je ne ressentais aucune sensation de chaleur au visage ». Le dernier état de raréfaction auquel s'est soumis le Dr Agazzotti correspond à une altitude de 14 kilom. 1/2, dépassant ainsi de 4 kilomètres la plus grande hauteur atteinte par des hommes déjà évanouis. En plus de l'intérêt qu'elles présentent pour la Physiologie pure, ces expériences préparent donc d'excellente façon une exploration plus fructueuse de la haute atmosphère par ballons montés.

§ 10. — Géographie et Colonisation

Le Port de Paris¹. — C'est un port singulier, en ce sens qu'il n'est pas centralisé en un point quelconque, mais qu'il comprend toute une série de quais ou de rives s'étendant le long de la Seine et des canaux. Et la Seine traverse l'enceinte parisienne sur 12 kilomètres de longueur.

Dès l'époque romaine, Paris fut pour la batellerie un centre important, heureusement situé entre les confluent de la Marne et de l'Oise. Réorganisé sous le Consulat et l'Empire, il ne cesse de se développer jusqu'à la création des chemins de fer. Une crise survient de 1843 à 1853, suivie d'une période d'expansion qui n'est pas encore terminée. Son mouvement annuel est d'environ 45.000 bateaux, transportant 9 millions de tonnes de marchandises. Ces nombres font de Paris le premier port de France, Marseille venant bien après avec 6 millions et demi de tonnes, cabotage compris. La comparaison avec le trafic par voie ferrée est intéressante : en 1901, sur 11.981.850 tonnes de produits déchargées dans la capitale, 43 %, soit 5.197.800, étaient venues par eau, et, sur 4.538.376 tonnes envoyées hors Paris, 37 %, soit 1.704.500, l'étaient par bateau.

Ces chiffres montrent que le port reçoit plus qu'il n'expédie. S'il en a toujours été ainsi, du moins le caractère des arrivages s'est-il modifié : jusqu'à l'apparition des voies ferrées, on venait s'approvisionner aux « coches d'eau »; seul, le marché aux fruits a

subsisté jusqu'à aujourd'hui. Actuellement, plus des deux tiers des entrées sont représentés par les matériaux de construction et la houille; les premiers alimentent en grande partie les chantiers parisiens, tandis qu'une bonne partie du charbon ne fait que transiter. Ce sont ensuite les bois; les céréales, les vins. Pour bien des raisons, les arrivages de bois diminuent constamment : l'amortissement du courant par les barrages, la difficulté de passage dans les écluses, l'approfondissement du fleuve sont autant d'obstacles au convoyage des radeaux. D'un autre côté, la houille dans le chauffage et le fer dans la construction prennent de plus en plus la place du bois. Les matières premières destinées aux fabriques de produits chimiques et aux établissements métallurgiques, le sucre, le pétrole et le sel viennent après, par ordre d'importance.

Ces marchandises arrivent d'abord par la Haute-Seine, la Loire et l'Allier, qui fournissent l'apport le plus volumineux : près de 2 millions et demi de tonnes, représentés, en bonne partie, par les matériaux de construction, les blés et les farines. La ligne de l'Oise et les canaux du Nord apportent 1.800.000 tonnes, principalement en combustibles et sucres. La ligne de la Basse-Seine amène des produits très variés d'outre-mer : combustibles étrangers, céréales, laine, coton, lin, café, etc. L'Ourcq, la Marne et l'Yonne ont une part plus faible.

Pour conserver au port de Paris l'importance de son trafic, bien des améliorations ont été apportées, d'autres sont projetées. C'est ainsi que le canal de l'Ourcq a été approfondi à 2 mètres; on a réduit le nombre des écluses du canal Saint-Denis et commencé la transformation des anciens quais à glâcis en quais droits, le long desquels les bateaux peuvent s'amarrer et débarquer ou embarquer directement les marchandises. Deux « gares d'eau » ont été installées : l'une à Javel, près du viaduc d'Auteuil, où les wagons de la Compagnie de l'Ouest viennent à quai et permettent directement le chargement ou le déchargement; l'autre, à Ivry, outillée par la Chambre de Commerce de Paris, et rattachée à la gare du Chevaleret, sur le réseau d'Orléans. Une troisième est réclamée, qui raccorderait le port de la Villette avec les lignes du Nord et de l'Est; par ailleurs, il serait souhaitable que le Midi et le Sud-Ouest de la France pussent communiquer avec Paris, que l'on doublât la voie du Nord qui est encombrée, qu'une direction unique fût chargée de l'exploitation commerciale sous la seule responsabilité de la Ville. Bien que la navigation intérieure n'ait pas besoin, pour le chargement ou le déchargement, d'opérer aussi rapidement que la navigation maritime, pour laquelle chaque heure de stationnement représente une dépense considérable, il faut constater quand même l'insuffisance actuelle du matériel de manutention et des hangars pour loger les marchandises, en reconnaissant toutefois la difficulté de répondre à tous les besoins, par suite de la dispersion des opérations commerciales tout le long du fleuve.

Toutes ces améliorations faites ou à faire produiront-elles un accroissement du trafic du port, ou même suffiront-elles à le maintenir? C'est toute la question de la navigation fluviale qui entre ici en jeu, et, sans croire que le commerce moderne finira par délaisser les transports par eau au profit de la voie ferrée, rajeunie dans son matériel de traction et dans son matériel roulant, nous pensons que le problème capital de la navigation intérieure devrait consister dans le perfectionnement de ses moyens de transport.

P. Clerget,

Professeur à l'École supérieure
de Commerce des Jeunes Filles
à Fribourg (Suisse).

¹ F. MAURY : *Le Port de Paris, hier et demain*, 1 vol. in-8°, Paris, 1905. — D. BELLET : *L'Économiste français*, 26 août 1905.

LA SYNTHÈSE VÉGÉTALE DES CORPS HYDROCARBONÉS

Depuis l'époque où la première cellule vivante est apparue à la surface de la Terre, la végétation n'a cessé d'être l'origine principale, on peut dire unique, des innombrables composés du carbone que nous connaissons. A part l'acide carbonique et certaines espèces de pétroles qui semblent dériver de carbures ploutoniens, tous les corps organiques qui sortent de nos manufactures, pour être utilisés à tel usage que l'on voudra, sont en rapport plus ou moins lointain avec la cellule végétale; il ne saurait, d'ailleurs, en être autrement, car l'énergie nécessaire à la synthèse d'un corps combustible quelconque ne peut provenir que du rayonnement solaire, et la végétation est seule capable d'emmagasiner économiquement celui-ci.

La connaissance des réactions qui, dans les plantes à chlorophylle, amènent l'acide carbonique, l'eau et un petit nombre d'autres principes également incombustibles à l'état de matière organique est donc l'une des plus intéressantes que nous puissions demander à la Chimie végétale. Le problème, accessible seulement depuis que l'on connaît les principaux modes de transformation chimique de la matière, est aujourd'hui résolu dans ses grandes lignes; nous allons en examiner l'état actuel en nous bornant aux plus simples des produits élaborés, aux hydrates de carbone et à leurs dérivés immédiats.

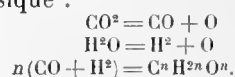
i

La synthèse végétale a pour point de départ la fonction chlorophyllienne, qui permet à la plante d'absorber la partie la plus efficace du rayonnement solaire (Timiriazeff) et d'en utiliser l'énergie à la décomposition de l'acide carbonique aérien.

Nous ne discuterons pas ici la question de savoir s'il y a, dans cet acte fondamental, intervention d'une diastase particulière, comme le veulent J. Friedel et Macchiati, ou s'il apparaît dans la plante, en même temps qu'un produit de réduction de l'acide carbonique, un autre corps plus oxygéné que celui-ci, comme le pense Baeh; les expériences sont, sur ces deux points, trop indécises pour être concluantes: nous admettons seulement qu'il y a là en jeu quelque action catalytique, sans la préciser. C'est, il est vrai, une lacune, mais le fait reste, indiscutable: le gaz carbonique est décomposé par les feuilles avec dégagement d'un volume égal d'oxygène.

C'est à Boussingault que revient l'honneur d'avoir, pour la première fois, donné une explica-

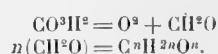
tion rationnelle du phénomène chlorophyllien. Remarquant que l'oxyde de carbone n'est pas décomposé par les feuilles, il suppose que l'anhydride carbonique s'y dédouble seulement, comme il le fait par dissociation, en un volume d'oxyde de carbone et un demi-volume d'oxygène; pour fournir le complément nécessaire de ce gaz, il imagine ensuite qu'une molécule d'eau se décompose, de la même manière, en oxygène qui se dégage et en hydrogène qui, s'unissant au résidu qu'a laissé l'acide carbonique, donne un hydrate de carbone. D'où le processus classique:



En vérité, ces trois réactions sont possibles: Berthelot, Dehérain et Maquenne ont montré que l'anhydride carbonique et la vapeur d'eau, sous pression réduite, se dissocient à froid dans un appareil à effluves, sous l'influence de l'énergie électrique qui, dans une certaine mesure, est comparable à l'énergie lumineuse. D'un autre côté, Thénard a fait voir que, toujours sous l'action de l'effluve, l'oxyde de carbone et l'hydrogène se condensent en un corps solide combustible: on peut donc bien former de la matière organique en fournissant de l'énergie à un mélange d'acide carbonique et d'eau. Cependant, on ne voit encore pas sortir de cette réaction un hydrate de carbone défini, comme le glucose ou ses isomères, et surtout il répugne à l'esprit de voir une substance aussi simple que le gaz carbonique se convertir d'emblée en un produit de poids moléculaire aussi fort que celui des hexoses.

En général, les corps se compliquent d'une manière progressive, et l'on ne saurait admettre qu'à cet égard les méthodes de la Nature diffèrent de nos méthodes artificielles; il doit donc y avoir, entre l'acide carbonique et les sucres, un ou plusieurs intermédiaires: c'est Baeyer qui l'a fait connaître le premier, en émettant la célèbre hypothèse qui porte son nom.

Baeyer admet que l'anhydride carbonique commence par se transformer dans la plante en acide, ce qui est infiniment probable, puisque les solutions de ce gaz influencent les réactifs colorés, puis que cet acide est réduit, avec dégagement d'oxygène, à l'état d'aldéhyde formique, susceptible de condensation. Les réactions fondamentales de la fonction chlorophyllienne deviennent alors:



En dehors de l'expérience de Bach, à laquelle nous avons fait précédemment allusion, et dans laquelle cet auteur croit voir se former de l'aldéhyde formique quand on expose au soleil une solution d'acide carbonique additionnée de sels d'urane, il n'est guère possible de reproduire la première de ces deux réactions; mais, en revanche, rien n'est plus facile, en s'aidant de l'électrolyse, que de transformer l'acide carbonique en acide formique, le plus proche parent de l'aldéhyde en question.

Quant à la seconde, sa réalité expérimentale est surabondamment établie par les recherches bien connues de Löw et de Fischer; mais, avant d'appliquer les conclusions de ces auteurs à la Biologie végétale, il importe d'examiner d'abord quelques objections qui ont été faites par les physiologistes à l'hypothèse de Baeyer.

Ces objections peuvent se résumer en deux principales : 1° l'aldéhyde formique ne se rencontre pas dans les plantes vivantes; 2° elle ne saurait s'y produire parce qu'elle est un poison de la cellule.

La première de ces objections a été levée par différents observateurs, entre autres Pollacci, qui ont obtenu, en distillant des feuilles fraîchement insolées, un liquide réducteur, donnant avec la fuchsine sulfureuse la réaction de Schiff et avec le sulfate acide de codéine une coloration violette, comme l'aldéhyde formique. Ce composé réducteur ne se rencontre pas dans les plantes qui ont séjourné longtemps à l'obscurité, non plus que chez les champignons : il résulte donc bien de l'activité chlorophyllienne.

D'un autre côté, on trouve dans le règne végétal les produits immédiats de transformation de l'aldéhyde formique : l'acide correspondant y est fort répandu et l'alcool méthylique s'y trouve fréquemment à dose considérable, pouvant atteindre jusqu'à

$\frac{1}{600}$ du poids de la matière organique élaborée.

Tous les alcools de fruits, d'après Wolff, en renferment; enfin, on trouve dans les plantes nombre de corps oxyméthylés qui n'ont pu se former qu'avec le concours direct du même alcool.

Il est donc certain que les végétaux élaborent des composés méthyliques; la présence dans leurs cellules d'une trace d'aldéhyde formique a aujourd'hui d'autant moins lieu de surprendre qu'elle a été reconnue dans tous les produits de combustion incomplète et jusque dans l'air atmosphérique.

La seconde objection semblait plus grave, et elle le serait, en effet, si l'aldéhyde formique devait exister dans les plantes en proportion notable; mais elle ne s'y trouve, ainsi que nous venons de le dire, qu'en très petite quantité, et l'expérience a montré que, loin d'être nuisible, ce corps devient

favorable à la végétation lorsqu'on l'emploie à dose suffisamment faible.

Bokorny et Löw ont vu les algues former de l'amidon sous l'influence du méthylal ou du méthanolsulfite de sodium : ce résultat est particulièrement intéressant, parce qu'il nous montre l'aldéhyde formique fonctionnant dans la cellule comme l'acide carbonique lui-même. Bouilliac a reconnu que les plantes supérieures, la moutarde, par exemple, bénéficient manifestement de l'addition au liquide nutritif de quelques gouttes de formol.

Nous pouvons donc admettre comme établies la présence de l'aldéhyde formique dans les plantes et sa compatibilité avec la vie cellulaire; cherchons maintenant à définir les réactions qui vont transformer ce principe primordial en hydrates de carboné fermentescibles et actifs sur la lumière polarisée.

II

Les premiers essais de polymérisation de l'aldéhyde formique remontent à Boullierow, qui, traitant ce composé par la chaux, obtint un corps dextriniforme, inactif et non fermentescible, qu'il appela *méthylénitane*.

Wurtz, en essayant plus tard d'appliquer à l'aldéhyde formique la méthode qui lui avait servi à découvrir l'aldol, fut encore moins heureux que Boullierow; c'est seulement Löw qui, après bien des essais infructueux, finit par isoler, en attaquant l'aldéhyde formique par la magnésie et le plomb, un sucre partiellement fermentescible et d'ailleurs très impur : c'était le *méthose* qui, entre les mains de Fischer, devint le point de départ de la synthèse artificielle de tous les sucres végétaux.

En s'aidant de la phénylhydrazine, Fischer commença par séparer de ce mélange un hexose $C^6H^{12}O^6$, puis il le prépare en plus grande quantité avec l'aldéhyde glycérique ou l'acroléine, ce qui le conduit à l'appeler *acrose*.

L'acrose présente tous les caractères extérieurs du lévulose, mais il est inactif et ne fermente qu'à moitié. Fischer, se rappelant que la synthèse ne fournit jamais que des racémiques, essaye alors de le dédoubler en appliquant les méthodes de Pasteur.

Sous l'influence de la levure, l'acrose prend un pouvoir rotatoire dextrogyre : il renferme donc bien des corps actifs, mais ce résidu infermentescible ne répond à aucun des sucres naturels; alors Fischer s'efforce d'isoler son isomère optique. Il réduit l'acrose, de manière à le transformer en mannite inactive, oxyde celle-ci, ce qui lui donne successivement le mannose et l'acide mannonique racémiques, enfin dédouble ce dernier par cristallisation de son sel de strychnine : on se trouve; cette

fois, en possession de deux acides mannoniques actifs, en sens inverse, qu'il est facile, par un retour en arrière, de ramener aux états antérieurs de mannoses, mannites et acroses actifs.

Or, le mannose dextrogyre qui se forme ainsi est identique au séminose de Reiss, c'est-à-dire au sucre de corrozo; la mannite correspondante est identique à celle que l'on retire de la manne; enfin, l'acrose lévogyre est identique au lévulose des fruits ou de l'inuline: l'acrose primitif était un véritable racémique, inactif par compensation.

La synthèse totale des principaux sucres végétaux est ainsi réalisée au laboratoire; voyons ce que nous pouvons en tirer d'intéressant pour la Biochimie végétale.

Dans l'application à la Physiologie des résultats précédents, une première difficulté se présente: les méthodes de Fischer, comme toutes les méthodes artificielles, conduisent à des sucres racémiques, tandis que celles de la Nature donnent exclusivement des sucres actifs qui, dans la classe des hexoses et des hexites, appartiennent tous à la série droite. Faut-il admettre, avec Pasteur, que la cellule, en raison de sa dissymétrie, est capable d'engendrer immédiatement des corps actifs ou, au contraire, supposer qu'elle élabore des racémiques dont la moitié gauche est aussitôt détruite, en sorte qu'elle ne nous offre plus que leur moitié droite?

III

Dans l'état actuel de la science, on ne saurait concevoir que la matière se transforme chez les êtres vivants suivant d'autres lois que celles qui président à ses transformations *in vitro*; la première hypothèse est donc inadmissible, d'où il résulte que les plantes doivent nécessairement produire des racémiques, les dédoubler, puis enfin employer leurs composants à des usages en rapport avec la série à laquelle ils appartiennent.

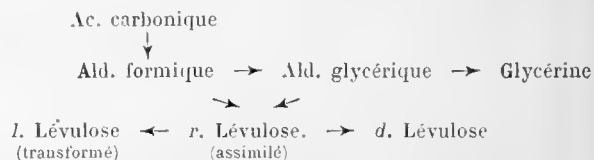
C'est aujourd'hui un fait bien connu que la cellule vivante est capable de faire un choix entre les isomères stéréochimiques qu'on lui fournit et qu'elle doit cette propriété à des diastases.

Pasteur a depuis longtemps fait voir que les organismes inférieurs dédoublent les racémiques; on sait que la zymase des levures n'agit que sur les dextrohexoses et n'attaque pas leurs isomères de la série gauche; Fischer a montré que la maltase hydrolyse certains glucosides (série α) qui résistent à l'action de l'émulsine, que celle-ci, inversement, en dédouble d'autres (série β) sur lesquels la maltase n'a point d'effet. Il est donc logique d'admettre que les végétaux dédoublent les racémiques qui prennent naissance dans leurs cellules, mais on ne peut qu'être surpris de voir que le processus cons-

tant est ici juste l'inverse de celui qui s'observe avec la zymase: les seuls éléments qui disparaissent sont ceux de la série gauche, c'est-à-dire ceux-là seuls qui résistent à l'action de cet enzyme. Ce n'est donc point la zymase qui préside chez les plantes au dédoublement nécessaire du lévulose racémique élaboré, mais bien une autre diastase, de nature inconnue, qui agit en sens contraire, c'est-à-dire respecte les sucres de la série droite pour n'attaquer que ceux de la série gauche.

Ces derniers étant, d'après toutes les probabilités, détruits et partiellement convertis en acide carbonique, on voit une fois de plus combien est invraisemblable l'intervention, admise par Godlewski et Mazé, de la zymase dans la respiration normale des plantes vertes.

Si nous observons, enfin, que l'aldéhyde glycérique, qui donne par polymérisation les mêmes produits que l'aldéhyde formique, résulte très probablement, comme les hexoses, d'une condensation de cette dernière, nous sommes conduits à admettre le schéma suivant comme représentant mieux que tout autre le chimisme de la fonction chlorophyllienne:



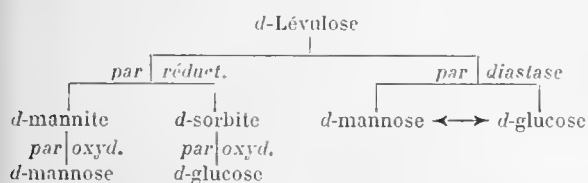
Il ne nous reste plus qu'à rechercher le sort des deux lévuloses actifs dans la cellule vivante; voyons d'abord comment le composé droit arrive à s'y transformer en glucose et en mannose, également répandus dans les sucres végétaux. Le phénomène est simple, et nous allons en avoir de suite une explication en nous reportant aux expériences de Fischer.

IV

Lorsqu'on réduit le lévulose ordinaire par l'hydrogène naissant, on obtient, ainsi qu'il arrive avec toutes les acétones dissymétriques, un mélange de deux hexites stéréoisomères, la mannite et la sorbite droites: ces deux corps sont, d'ailleurs, identiques à la mannite de la manne et à la sorbite des Rosacées. Si, maintenant, on oxyde ces produits, on voit se former, d'une part du mannose, d'autre part du glucose, appartenant toujours à la série droite, et accompagnés, dans l'un et l'autre cas, de *d*-lévulose régénéré.

Ces deux réactions, qui se résument en une réduction et une oxydation, sont de l'ordre de celles qui se produisent le plus fréquemment chez les plantes; il est donc permis de supposer que c'est à elles qu'est due, au moins en partie, l'isomérisation

du *d*-lévulose. Il y a plus : Lobry de Bruyn a démontré que, sous certaines influences, par exemple celle des alcalis étendus, les trois sucres en question, à savoir le lévulose, le mannose et le glucose, se convertissent mutuellement les uns en les autres, de manière à constituer un mélange en équilibre. La facilité extrême avec laquelle s'effectuent ces transformations, dès la température ordinaire, porte à croire qu'elles s'accomplissent aussi au cours de la végétation, sans doute avec le concours de quelque diastase inconnue; dès lors, l'isomérisation naturelle des hexoses droits pourra s'écrire de la manière suivante :



Le phénomène de Lobry de Bruyn, que nous attribuons ici à une diastase, est d'autant plus intéressant qu'il explique sans peine le transport de l'un quelconque de ces trois sucres, à l'exclusion des deux autres, vers les points de la plante où il vient à changer de forme, par exemple à se condenser : l'équilibre étant alors rompu, ses deux isomères en reproduisent une quantité équivalente, qui s'isomérisent à nouveau, et ainsi de suite jusqu'à épuisement complet de la réserve initiale.

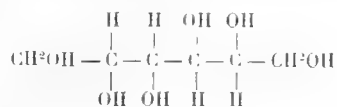
C'est ainsi certainement que s'accumulent le *d*-glucose, sous forme d'amidon, dans les pommes de terre ou les grains de céréales, le *d*-mannose, sous forme de mannanes, dans les graines de palmiers, enfin le *d*-fructose, sous forme d'inuline, dans les tubercules de dahlia ou de topinambour.

La transformation biochimique d'un sucre en un autre, stéréoisomère du premier, ne se borne pas à celle dont nous venons de donner un exemple frappant; nous pouvons en citer un autre, fourni par Bertrand, qui ne présente pas moins d'intérêt.

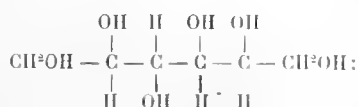
Lorsqu'on fait agir le *Bacterium xylinum* sur une solution de *d*-sorbité, celle-ci s'oxyde et se change en *d*-sorbose, lequel, réduit par l'hydrogène naissant, donne, comme le lévulose, un mélange de deux hexites : l'une est identique à la *d*-sorbité primitive, l'autre à un produit antérieurement préparé par Fischer et désigné par lui sous le nom de *d*-idite. Or, la *d*-idite accompagne la *d*-sorbité dans les baies de sorbier; elle n'a pu évidemment s'y former que par transformation de son isomère, suivant le mécanisme que nous venons de décrire. Celui-ci, déjà reconnu à propos de l'isomérisation de la mannite, est donc d'ordre général en Physiologie; la seule condition qu'exige son fonctionnement est une disposition particulière

des atomes dans la molécule, qu'il est d'ordinaire possible de connaître à l'avance et qui souvent empêche la réaction d'être réversible.

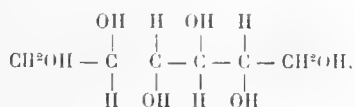
Cette condition, qui résulte des travaux de Bertrand, est la présence, sur les atomes de carbone 2 et 3, de deux oxhydryles alcooliques secondaires voisins, c'est-à-dire en position relative *cis* ou *trans*. Elle est remplie par la *d*-mannite :



et la *d*-sorbité :



elle ne l'est plus par la *d*-idite :

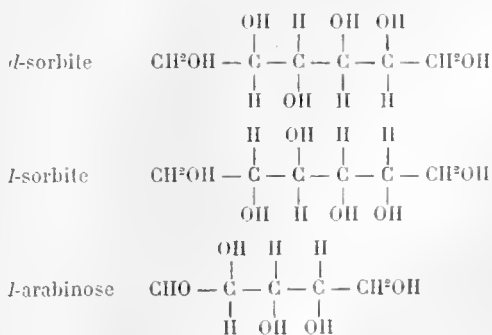


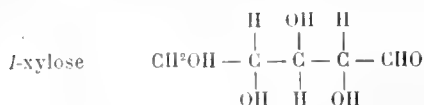
qui, en effet, reste inattaquée dans les bouillons de culture du *B. xylinum*.

V

Cherchons maintenant ce que deviennent, dans les plantes, les hexoses de la série gauche, que nous avons vus disparaître aussitôt après leur formation; sans doute, ils servent en partie à alimenter la fonction respiratoire, mais, avant d'atteindre la forme ultime de gaz carbonique et d'eau, ils se convertissent vraisemblablement en produits intermédiaires, de moins en moins riches en carbone, dont on doit retrouver quelque trace dans le suc cellulaire.

Ces intermédiaires existent et les plantes en renferment même des proportions considérables : ce sont les pentoses, qui tous, dans la Nature, appartiennent à la série gauche, alors qu'au contraire leurs homologues supérieurs appartiennent à la série droite. Cette opposition éminemment suggestive résulte du seul examen de leurs formules :



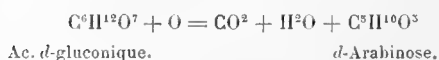
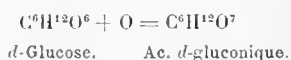


Alors qu'il est impossible d'établir aucun rapprochement entre la formule de la *d*-sorbitite et celles des pentoses, on voit immédiatement que la structure géométrique de ceux-ci est identique à celle que présentent dans la *l*-sorbitite les trois derniers ou les trois premiers atomes de carbone asymétriques; d'où cette conclusion nécessaire que le *l*-arabinose dérive de la *l*-sorbitite (ou, ce qui revient au même, dans ce cas particulier, de la mannite, du mannose, du glucose ou du lévulose de la série gauche) par suppression de son premier groupe hydrocarboné, tandis que le *l*-xylose en dérive par suppression du dernier.

En d'autres termes, la *l*-sorbitite se change en arabinose ou en xylose suivant qu'elle commence à brûler par l'un ou l'autre bout de sa chaîne; les sucres droits servent à constituer le squelette cellulosique et les réserves amylicées de la plante, les sucres gauches à fournir la substance mère des hémicelluloses et des gommés.

C'est sans doute de la même manière, mais par une combustion plus avancée encore, que se forme l'érythrite inactive; il est alors indifférent que l'on parte de la mannite gauche ou de son isomère droit.

Ces conceptions répondent toutes à des réalités expérimentales: rien n'est, en effet, plus facile, par la méthode de Ruff, que de convertir le *d*-glucose en *d*-arabinose et le *l*-arabinose en *i*-érythrite. Il suffit de les oxyder à deux reprises différentes, d'abord par le brome et l'eau, puis par l'eau oxygénée, en présence d'un sel de fer, ce qui n'est, en principe, qu'une imitation de ce qui se passe au cours de la respiration normale:



Le *l*-glucose se comportant sans aucun doute comme son isomère droit, nous retrouvons ici, avec la plus grande netteté, le processus général de la respiration aérobie: la matière neutre fixe l'oxygène pour donner un acide, lequel se décompose ultérieurement, avec mise en liberté d'anhydride carbonique.

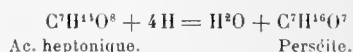
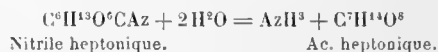
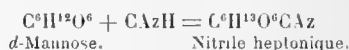
Le problème de la synthèse naturelle des sucres simples, y compris la glycérine, se trouve ainsi complètement résolu; nous allons voir maintenant comment il peut s'en produire de plus compliqués.

VI

Cherchons d'abord l'origine des sucres qui, comme la perséite ou la volémitte, renferment plus de six atomes de carbone.

Nous avons vu que les hexoses se forment directement par aldolisation de six molécules d'aldéhyde formique; le mode de liaison de ces groupes semblables étant le même pour tous, il y a tout lieu de croire que, malgré la prédominance manifeste du groupement en C⁶, la même réaction peut s'accomplir indéfiniment: il suffit alors d'imaginer qu'une, deux ou trois molécules d'aldéhyde formique viennent réagir sur les hexoses précédemment formés pour concevoir la production possible d'heptoses, d'octoses ou de nonoses.

En fait, il n'est pas possible d'unir directement les sucres réducteurs à l'aldéhyde formique, mais on arrive sans peine à les combiner avec l'acide cyanhydrique, qui est le nitrile correspondant. C'est alors la réaction de Kiliani, au moyen de laquelle Fischer a pu reproduire artificiellement la perséite ou sucre d'avocatier:



La synthèse de la volémitte pourrait certainement s'effectuer par les mêmes moyens, mais l'expérience n'a pas été faite et l'on ne sait pas encore à quel hexose ce sucre doit être rattaché. Quant à la production artificielle des hydrates de carbone en C⁸ ou C⁹, elle n'a, jusqu'à présent, qu'un intérêt théorique, car on n'en connaît dans la Nature aucun exemple bien défini: la prétendue *octite des Rosacées*, qui accompagne la sorbitite dans le vin de sorbes, n'est autre chose, d'après Bertrand, que l'ancienne *d*-*idite* de Fischer, c'est-à-dire une hexite isomère de la mannite et de la sorbitite.

La synthèse des glucosides découle nécessairement de celle des monoses, mais on ignore sous quelle influence ceux-ci arrivent, dans la cellule végétale, à s'unir entre eux ou à d'autres composés. Il y a là sans doute en jeu des diastases déshydratantes, et certains pensent, notamment dans le cas du maltose, que celles-ci sont identiques aux diastases hydrolysantes déjà connues; en fait, on n'a pu jusqu'ici reproduire par synthèse aucun des polyoses naturels, ni par voie chimique, ni par l'emploi des enzymes végétaux.

Certains glucosides complexes, la salicine par exemple, peuvent être préparés artificiellement, en réunissant à nouveau les produits de leur hydrolyse;

mais alors une nouvelle question se pose : dans la plupart de ces corps on trouve, à côté des sucres véritables à chaîne longue, d'autres substances à structure cyclique, le plus souvent hexagonale comme celle des hydrocarbures du goudron ; d'où viennent-ils et, s'ils ont encore la même origine que les sucres, comment dérivent-ils de ceux-ci ?

Pour répondre à cette question, il faut rechercher d'abord s'il existe dans la Nature des principes immédiats possédant à la fois les propriétés des sucres et la constitution des corps aromatiques, puis essayer de les reproduire à leur tour. Or, on connaît de semblables composés : ce sont la quercite et les inosites.

Les inosites, qui existent sous les quatre formes inactive, gauche, droite et racémique, répondent à la même formule $C^6H^{12}O^6$ que les hexoses ; d'autre part, elles présentent tous les caractères des hexites, sauf que, par réduction ou oxydation, elles fournissent des dérivés aromatiques tels que le phénol ordinaire, l'hexaphénol $C^6H^6O^6$ et la tétraoxyquinone $C^6H^4O^6$. Ce sont donc de véritables sucres à noyau hexagonal, intermédiaires, par conséquent, entre la série grasse et la série cyclique, dont il suffirait de connaître la genèse pour expliquer celle de tous les corps aromatiques végétaux.

Malheureusement, on n'a pas encore pu préparer artificiellement l'inosite ; l'aldolisation interne du glucose, qui devrait théoriquement la fournir, ne réussit pas, et l'on n'a pu déceler sa présence dans les produits de condensation de l'aldéhyde formique ou du glycérose. La seule indication que l'on possède à ce sujet résulte de la synthèse, effectuée par Baeyer, de glycols dérivés comme l'inosite du cyclohexane ; nous n'en indiquerons ici que le principe.

L'acide succinique, qui est en rapport étroit avec l'acide tartrique, et par conséquent avec l'érythrite, se laisse facilement condenser en un dicétoacide hexagonal, l'acide succinylsuccinique, qui, dans certaines conditions, se change en *quinite* ou *cyclohexanediol* $C^6H^{12}O^6$. Ce corps, qui existe sous deux formes isomériques, *cis* et *cis-trans*, se rapproche singulièrement de l'inosite ; on peut dès lors supposer que cette dernière dérive de l'acide tartrique, de la même manière que la *quinite* dérive de l'acide succinique, c'est-à-dire par condensation, hydrogénation et perte de deux carbonyles. L'expérience, non encore effectuée, montrera si cette manière de voir est exacte.

Une autre relation, fort curieuse et des plus inattendues, entre les sucres vrais et les composés cycliques, résulte de l'étude de la perséite ou mannoheptite $C^7H^{14}O^7$. Lorsqu'on réduit à fond une hexite, en la faisant bouillir, par exemple, avec de l'acide iodhydrique, il se forme d'ordinaire un

hydrocarbure ou un iodure à chaîne longue, de même structure que le sucre primitif ; l'hydrocarbure est identique à l'hexane des pétroles américains. Avec la perséite, la réaction est tout autre : la chaîne se ferme et l'on obtient le même hydrocarbure C^7H^{12} qui se trouve dans les produits de la distillation sèche des résines, facile à transformer en cycloheptane C^7H^{14} , lequel enfin est identique à l'un des composants du pétrole russe.

Celui-ci aurait-il donc une origine végétale ? Nous ne saurions l'affirmer, mais il faut reconnaître qu'une pareille transformation est de nature à intéresser autant la Géologie organique que la Physiologie. Quoi qu'il en soit, l'hydrocarbure C^7H^{12} est analogue par toutes ses propriétés aux terpènes, et il est assez vraisemblable que ceux-ci prennent naissance dans les plantes par une réaction du même ordre, portant sur les homologues supérieurs, non encore isolés, de la perséite. L'obtention artificielle de ceux-ci est trop pénible pour que nous puissions vérifier une semblable hypothèse par de nouvelles expériences ; celle que nous venons de décrire n'en donne pas moins la preuve que certains composés gras, et en particulier les sucres de haut poids moléculaire, sont capables, en dehors de tout effet de pyrogénéation, de se convertir en corps cycliques dont un seul, faisant souche, peut engendrer tous les autres.

VII

Cela doit nous suffire pour le moment ; l'état actuel de la Chimie biologique ne nous permet pas, en effet, d'aller plus loin dans cette voie. Nous aurions pu, sans doute, exposer en passant ce que l'on sait ou ce que l'on admet touchant la synthèse des acides végétaux, celle de leurs éthers naturels ou des corps à chaîne arborescente tels que l'alcool amylique ou l'acide citrique ; nous ne l'avons pas fait parce que ces questions sont d'ordre secondaire vis-à-vis de celles que nous avons traitées, un peu aussi dans la crainte de donner à cette étude une tournure trop exclusivement chimique.

Il est indiscutable que la Chimie pure doit rester le guide constant du physiologiste, que celui-ci s'expose à de graves mécomptes s'il n'en observe pas constamment les préceptes avec la plus grande attention ; mais il est aussi certain qu'elle seule ne saurait expliquer tous les phénomènes qui se passent à l'intérieur de la cellule vivante : dans celle-ci, les réactions les plus complexes s'accomplissent avec une facilité qui étonne ; tout nous y apparaît en voie d'évolution, de transformation, comme si les aptitudes réactionnelles de la matière s'y trouvaient exaltées, étendues bien au delà des limites que la Chimie nous apprend à connaître.

Nous savons aujourd'hui que cet état particulier de la matière est dû, chez les êtres vivants, à son contact avec des diastases à fonctions multiples, qui remplissent dans la cellule le même rôle que nos réactifs dits prédisposants; c'est donc sur l'étude de ces corps singuliers, les plus caractéristiques peut-être de la vie, puisque nous les voyons se former sur place suivant les besoins du moment ou la composition du milieu, que doivent surtout, à l'heure qu'il est, porter les efforts des chercheurs.

Ici la Chimie pure ne peut nous offrir qu'un médiocre secours, car on ne sait pas encore séparer les diastases, sans les détruire, des matières qui les accompagnent; mais l'énergie de leurs

effets de catalyse tend à les faire considérer comme de puissants agents d'ionisation, et, à ce titre, leur examen préliminaire rentre dans le cadre des études de la Chimie physique.

C'est par conséquent vers celle-ci qu'il faut désormais nous tourner. Espérons que cet appel des chimistes et des physiologistes sera entendu; nous avons le ferme espoir que les recherches dirigées dans ce sens ne resteront pas infructueuses et qu'en nous faisant connaître la nature des actions diastasiques, elles nous dévoileront bientôt l'un des secrets les plus intimes de l'activité cellulaire¹.

L. Maquenne,

Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

LA LAMPE ET LA SOUPE A MERCURE DE COOPER HEWITT

Depuis que des savants et ingénieurs américains, au premier rang desquels M. Cooper Hewitt, poursuivent sans interruption leurs recherches sur les applications pratiques des tubes à vapeur de mercure, aucun exposé méthodique n'a été donné de leurs travaux et de leurs importantes découvertes, qui cependant ont conduit à la création d'intéressants appareils d'éclairage, de redresseurs nouveaux de courants alternatifs, ainsi qu'à des perfectionnements dans le mode d'interruption de ces courants et dans leur utilisation pour la production régulière et industrielle des courants à haute fréquence.

M. Maurice Leblanc vient de faire, devant la Société internationale des Electriciens, l'exposé magistral des travaux et des résultats des recherches de M. Cooper Hewitt et de ses collaborateurs. Nous allons le résumer ci-après.

I. — RECHERCHES SUR LES TUBES A GAZ RARÉFIÉ.

Considérant d'abord les tubes à gaz raréfié de haute conductibilité, M. Maurice Leblanc rappelle que, dans un tube à gaz raréfié, le gaz se comporte comme un diélectrique parfait, aussi longtemps que le champ électrique n'a pas atteint une valeur déterminée, dépendant de la nature et de la pression du gaz, et que, dès que cette valeur est atteinte, le gaz perd brusquement son pouvoir diélectrique et donne passage au courant comme un véritable conducteur.

Mais, contrairement à l'opinion reçue que la présence de gaz raréfié ne peut produire qu'un accroissement de résistance et qu'un haut degré de vide rend le passage du courant plus difficile, les

expériences de M. Cooper Hewitt établissent qu'un vide élevé favorise le fonctionnement et que seul l'amorçage devient plus difficile. Aussi les tubes sur lesquels l'inventeur a poursuivi ses recherches en vue d'utilisation pratique sont-ils des tubes où le vide est poussé au plus haut degré.

Un second fait mis en évidence par les expériences de M. Cooper Hewitt vise la résistance éprouvée par le courant à la cathode du tube : propriété que M. Cooper Hewitt a mise en évidence et désignée sous le nom de « répugnance de la cathode ». Heureusement, pour les applications pratiques des tubes à vide, il a découvert que l'action du courant a pour effet de désagréger la cathode, et qu'après un amorçage préalable, celle-ci perd sa répugnance, au point de pouvoir donner passage au courant sous une tension de quelques volts seulement, soit 5 volts environ d'après les recherches du savant américain. Comme l'anode et la colonne gazeuse en absorbent à peine le double, la lampe peut fonctionner sous une tension de 14 volts, pourvu que les conditions générales de stabilité favorisent son fonctionnement continu, c'est-à-dire que les diminutions de courant devront correspondre à un accroissement correctif de la tension, que la cathode devra se désagréger et se reconstituer d'une manière continue, etc.

Bien que les propriétés mentionnées soient générales, les recherches de M. Cooper Hewitt ont permis de déterminer rapidement les substances qui remplissent le mieux les conditions voulues. Le graphite est poreux, d'une désagrégation facile,

¹ Leçons professées au Muséum d'Histoire naturelle du 16 mai au 6 juin 1905.

mais il se transforme en poussière; le potassium et le sodium donnent des vapeurs d'une clarté satisfaisante, mais qui corrodent le verre. La plupart des sels donnent des vapeurs acides, qui désagrègent l'anode du tube. Bref, le mercure a paru être le plus satisfaisant des éléments susceptibles de constituer la cathode, en raison de sa facile désagrégation et des propriétés de sa vapeur. Quant à l'anode, qui ne doit pas se désagréger, M. Cooper Hewitt la constitue d'une simple électrode de fer. Le mercure aurait pu être utilisé comme anode, mais l'échauffement de l'anode est supérieur encore à celui de la cathode, et le mercure aurait distillé de l'une à l'autre électrode, ce qu'il était mieux d'éviter.

Ce qui précède nous paraît résumer de manière suffisante les recherches de M. Cooper Hewitt sur les tubes à vide, et particulièrement sur les tubes à mercure, dont on pourra dès lors comprendre mieux le mode d'amorçage et le mode de fonctionnement.

II. — AMORÇAGE.

Cette opération exige une décharge entre l'anode et la cathode, pour la désagrégation de celle-ci et pour la destruction de la résistance diélectrique des gaz à traverser. Il est évident qu'une tension élevée est nécessaire, mais qu'il suffit d'en disposer pendant la durée très courte de l'amorçage, de sorte qu'une faible quantité d'énergie suffira, si

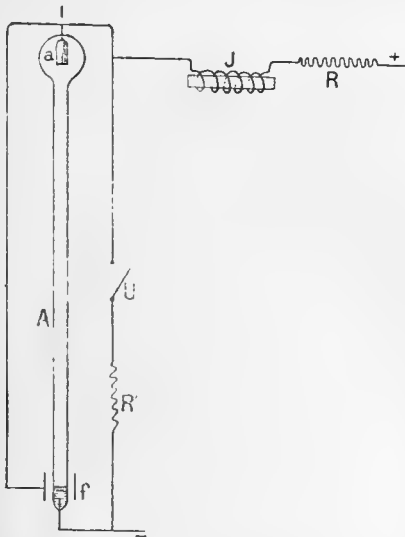


Fig. 1. — Dispositif d'amorçage par l'emploi d'une self-induction. — J, bobine de self-induction; U, interrupteur; R, R', résistances; f, condensateur; a, anode; A, tube.

on l'emmagasine préalablement de manière convenable, dans une self-induction, par exemple : la figure 1 représente l'emploi d'une self-induction, dans laquelle on donne passage au courant en

fermant d'abord l'interrupteur U pour permettre de charger la bobine de self-induction J. L'ouverture de cet interrupteur donne ensuite lieu à une décharge de self, qui suffit pour effectuer l'amor-

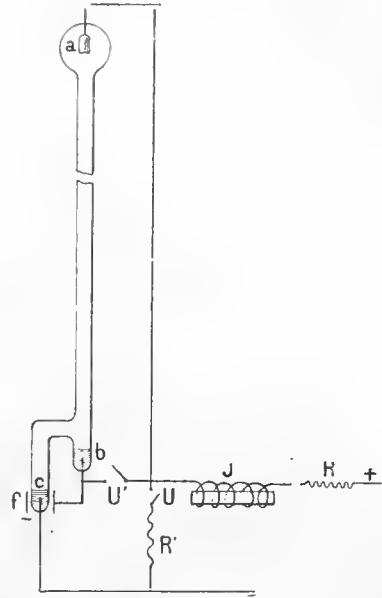


Fig. 2. — Autre dispositif d'amorçage. — a, anode; c, cathode; b, anode auxiliaire; f, condensateur; U, U', interrupteurs; R, R', résistances; J, bobine de self.

çage. Cependant, cette décharge est facilitée, dans la disposition de la figure 1, par l'emploi du condensateur *f* (formé simplement d'une armature en papier d'étain) relié à l'anode *a*, et entourant l'autre armature constituée par la cathode elle-même, la surface intermédiaire du tube servant de diélectrique. Ce condensateur a encore pour fonction d'utiliser mieux la décharge de la bobine de self, en l'empêchant de se faire par l'amorçage d'un arc aux bornes de l'interrupteur U, ce qui assure une rupture plus rapide par cet interrupteur et un survoltage plus élevé des électrodes à l'amorçage.

D'après M. Maurice Leblanc, l'expérience montre que la quantité d'énergie qu'il faut emmagasiner dans la bobine de self-induction J, pour déterminer l'amorçage, doit être environ cinq fois plus grande lorsque ce condensateur est supprimé que lorsqu'il est rétabli.

Mais la disposition de la figure 2 exige encore une tension moins élevée et facilite grandement l'amorçage, en affectant à celui-ci une anode auxiliaire *b* très voisine de la cathode, de sorte que l'arc produit a seulement la longueur *b c* au lieu d'avoir la longueur *a c*. Les vapeurs dégagées en *c* par cet arc d'amorçage suffisent à remplir le tube et à le rendre conducteur. Les autres dispositions de la figure 2 sont, d'ailleurs, iden-

tiques à celles de la figure 1, à l'adjonction près d'un interrupteur U' destiné à mettre hors circuit la cathode auxiliaire dès qu'elle devient inutile. L'un et l'autre modes d'amorçage sont entrés dans la pratique dans les cas où le mode d'emploi des tubes ne permet pas d'en effectuer le déplacement; mais un mode d'amorçage beaucoup plus simple a été adopté dans le cas où on peut le faire sans inconvénient : on effectue alors l'amorçage en inclinant simplement le tube de façon qu'un mince filet de mercure vienne joindre l'anode à la cathode et établisse un court circuit. Le courant passe : dès qu'on redresse le tube, le court circuit est interrompu, un arc jaillit à l'intérieur et détermine l'amorçage immédiat.

Cette dernière méthode supprime tout appareillage de mise en marche, la résistance et la self-induction restant seules en série avec la lampe, dont elles sont destinées à assurer la stabilité de fonctionnement.

III. — FONCTIONNEMENT.

M. Maurice Leblanc expose les conditions de stabilité, et mentionne comme suit la difficulté qu'il fallait résoudre et qui nécessitait l'installation d'une self-induction ou d'une résistance en série avec la lampe, toutes deux pratiquement utilisées par M. Cooper Hewitt.

MM. Wiedeman, Ruhlmann et Cantor ont, en effet, montré qu'un courant traversant un gaz raréfié, lorsqu'il est fourni par une source à voltage constant, est toujours discontinu. Il était donc nécessaire de le forcer à demeurer continu en faisant croître automatiquement le voltage aux bornes du tube, lorsque l'intensité diminuait, et réciproquement. M. Cooper Hewitt y est arrivé en montant en série avec chacun de ses tubes une résistance ou une bobine de self-induction.

Nous ne citerons que pour mémoire la partie de la conférence relative à l'étude spéciale de la conductibilité des tubes à vide et à cathode de mercure, et nous ne signalerons qu'en passant un phénomène découvert par M. Cooper Hewitt dans sa recherche de l'influence d'un champ magnétique sur ces tubes à vide. Ayant eu l'idée d'approcher un aimant d'une lampe en fonctionnement, il constata qu'une flamme, dirigée suivant les lignes de force, émanait alors de la tache brillante constituant la zone de désagrégation de la cathode, et venait s'écraser contre les parois du tube, en un point où se manifestait un vif dégagement de chaleur.

De plus, la colonne lumineuse subsistait entre l'anode et la cathode, mais elle contournait cette flamme et affectait la forme d'une hélice.

IV. — APPLICATIONS.

Plus importantes sont les applications pratiques qu'il a tirées de ces expériences, et que nous allons successivement passer en revue dans l'ordre suivant :

1° Éclairage par les lampes à vapeur de mercure;

2° Redressement des courants par les soupapes électriques;

3° Production industrielle des courants de haute fréquence par les exposeurs Cooper Hewitt;

4° Interruption des circuits à courants alternatifs par interrupteurs à mercure.

§ 1. — Lampe à vapeur de mercure.

Les tubes Cooper Hewitt s'illuminent sous l'effet du passage du courant, et, si le vide n'y a pas été poussé à un très haut degré, leur éclairage a les couleurs du spectre des gaz résiduels; si le vide a été poussé très loin, il cesse par suite de la vaporisation du mercure¹, et la décharge illumine le tube d'une vapeur verte, caractéristique du spectre de ce métal. Cet éclairage dénature complètement les couleurs, donne un aspect cadavérique aux personnes, mais offre l'avantage de réaliser une grande économie de courant et d'éliminer toute fatigue physiologique.

On a cherché à améliorer la couleur verte de la lumière en superposant au spectre du mercure celui d'un autre gaz coexistant dans le tube avec la vapeur de mercure; mais M. Cooper Hewitt a trouvé que l'une ou l'autre substance prend toujours une prépondérance et qu'il est impossible de superposer les spectres, ce que M. Maurice Leblanc exprime comme suit : « Il semble que le courant demande de le transporter, suivant les cas, de préférence aux ions de l'un ou l'autre des gaz ou vapeurs qui remplissent le tube, au lieu de le demander à plusieurs d'entre eux à la fois. »

M. Maurice Leblanc signale une tentative de substitution de l'amalgame de potassium au mercure lui-même, toujours dans le but de superposer le spectre rouge du potassium au spectre vert du mercure. Il en est résulté simplement une coloration rouge de la partie supérieure du tube sur la faible longueur de 2 centimètres, le reste du tube demeurant vert, en raison de la prépondérance immédiatement prise par le mercure vaporisé. D'où la conclusion que M. Maurice Leblanc tire de ces expériences dans les termes suivants : « Comme on ne saurait maintenir une lampe électrique dans de la glace, si l'on veut employer ces tubes à gaz

¹ A moins qu'on ne s'oppose à cette vaporisation en refroidissant le tube dans la glace.

raréfié et à cathode de mercure comme appareils d'éclairage, on doit accepter une lumière verte correspondant au spectre du mercure. »

Signalons, en passant, les effets calmants des radiations émanant de ces lampes, et aussi l'abondance des rayons ultra-violet, qui trouveraient leur application en médecine si l'on prenait soin de substituer au verre, qui absorbe ces rayons, des substances telles que le quartz ou toute autre substance non absorbante pour ces rayons.

D'après M. Maurice Leblanc, les lampes normales de M. Cooper Hewitt ne consomment que 0,45 watt par bougie, en tenant compte de la perte d'énergie dans les résistances inductives qui les accompagnent.

Si l'on consent une perte de 25 % dans la lumière produite, on peut la mélanger de rayons rouges, en enveloppant les lampes avec une étoffe de soie imprégnée d'une substance ayant une vive fluorescence rouge, telle que la rhodamine. Dans ces conditions, les personnes recouvrent leur aspect naturel. La durée moyenne de ces lampes est de cinq mille heures. L'intensité pour laquelle elles sont construites est de 3,5 ampères.

§ 2. — Soupapes électriques.

M. Maurice Leblanc a défini soupape électrique « un circuit à travers lequel une force électromotrice alternative ne peut faire passer que des courants d'un sens déterminé ». Les tubes à cathode de mercure présentent cette propriété, mais le passage au zéro des ondes de courant rétablirait la répugnance de la cathode si l'on ne prenait le soin de la maintenir en état de désagrégation par une source auxiliaire, ce qui nécessite pour le courant alternatif simple l'emploi d'une batterie à 14 volts branchée entre la cathode et une anode auxiliaire voisine *b* (fig. 3). Cette nécessité, due à l'annulation du courant alternatif simple, n'existe plus avec les courants polyphasés, puisque les courants des différentes phases ne s'annulent jamais simultanément. Cette propriété des courants polyphasés dispense d'une batterie d'accumulateurs et d'une anode auxiliaire; l'amorçage seul nécessite la présence d'une batterie appliquée aux deux électrodes, et l'annulation des zéros de courant se fait par l'addition des ondes des différentes phases, et ne nécessite même pas l'emploi d'une self-induction de réglage.

Dans la transformation de courants triphasés par exemple, on constitue avec les enroulements un point neutre du système triphasé, les trois bornes du transformateur en étoile aboutissant à trois anodes, et le courant continu étant recueilli entre la cathode unique et le point neutre.

Le redressement des courants polyphasés repré-

sente aussi une meilleure utilisation de l'alternateur que le redressement du courant alternatif simple, qui n'utilise que les ondes d'un sens donné, à moins qu'on ne réalise avec les redresseurs Cooper Hewitt un montage analogue à celui des soupapes de Graetz.

D'après M. Maurice Leblanc, M. Cooper Hewitt a réussi à faire des redresseurs de ce système capables de débiter un courant continu de 30 ampères sous 500 volts et dont le rendement s'élève à 98 %. Tout fait espérer que ces résultats seront de beaucoup dépassés dans l'avenir, lorsqu'on aura définitivement réussi à remplacer les ampoules en verre par des ampoules métalliques.

Les services que rendront ces appareils, lorsqu'ils seront devenus tout à fait industriels, seront immenses.

Ils permettent, en effet, de redresser des courants ayant la fréquence de ceux de Hertz, c'est-à-

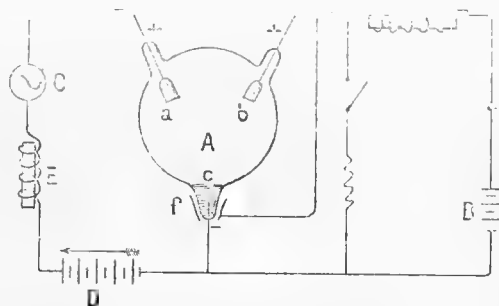


Fig. 3. — Soupape électrique Cooper-Hewitt. — *a*, anode; *c*, cathode; *b*, anode auxiliaire; *f*, condensateur; B, D, batteries; E, bobine de self.

dire des courants capables de transmettre de l'énergie sans fil, au lieu de transmettre seulement des messages.

En supposant que cela ne puisse se faire qu'à petite distance, il serait déjà fort intéressant de pouvoir transmettre de l'énergie à des voitures automobiles, au moyen d'une simple ligne parallèle à la route, par induction et sans contact direct.

Ces appareils permettraient enfin de redresser des courants alternatifs, sans se servir de collecteur, ce qui constituerait un grand progrès pour l'industrie électrique.

§ 3. — Exploseurs.

Nous reproduirons le résumé suivant du rôle des exploseurs et du rôle des interrupteurs pour courants alternatifs :

La production de courants de haute fréquence par la décharge des condensateurs rend désirable la restitution à ceux-ci, au bout de chaque demi-période de courant, de l'énergie qu'ils viennent de fournir. En opérant ainsi, d'après M. Maurice Leblanc, on peut obtenir des courants dont l'inten-

sité efficace soit toujours constante, et dont les variations d'intensité, pendant la durée de chaque demi-période, suivent très sensiblement la loi sinusoïdale. Une ampoule comportant deux simples électrodes de mercure permet de réaliser cet appareil d'une manière satisfaisante en permettant :

1° Le commencement de la charge, par l'amorçage d'un arc entre ses électrodes dans des conditions de tension toujours les mêmes;

2° Le passage du courant de charge sans chute de tension appréciable une fois l'amorçage établi;

3° La cessation de charge et le désamorçage automatique lors du passage du courant par zéro. La tension nécessaire pour faire jaillir l'arc peut être, par exemple, de 10.000 à 20.000 volts, suivant le degré de vide; et cette limite peut être maintenue constante, si le tube est soumis à un refroidissement qui s'oppose à la vaporisation du mercure. La tension après l'amorçage peut ensuite être réduite à 14 volts environ, et le passage du courant par zéro rétablit la répugnance de la cathode. Des courants de 100.000 périodes par seconde ont pu être ainsi obtenus et leur régularité a été vérifiée par l'emploi d'un miroir tournant. M. Maurice Leblanc, loin de considérer cette fréquence comme une limite, émet les conclusions ci-dessous :

« Cet appareil doit permettre de produire, industriellement et avec un très bon rendement, des courants alternatifs de haute fréquence, d'allure aussi régulière que ceux fournis par les alternateurs. La fréquence 10^5 est beaucoup trop faible pour qu'on puisse transmettre sans fil de l'énergie à grande distance; mais elle permet de la transmettre, par induction, à quelques mètres d'une ligne parcourue par un courant de cette fréquence.

On a reconnu expérimentalement la possibilité de transmettre un courant de haute fréquence à grande distance, le long d'une ligne électrique, sans déterminer de surtensions dangereuses. Il suffit, pour cela, de disposer, de distance en distance, des bobines de self-induction montées en dérivation entre les conducteurs d'aller et de retour, en les dimensionnant convenablement.

§ 4. — Interrupteur pour courants alternatifs.

Cette application est peut-être la plus immédiate et la plus modeste, celle aussi qui nécessite le moins de commentaires. Elle présente toutefois un caractère qu'il importe de faire ressortir : elle

évite l'interruption brusque, qui peut offrir des désavantages dans de nombreux cas pratiques, et elle permet encore, une fois amorcé l'arc de rupture, de n'effectuer la rupture définitive qu'au passage à zéro du courant; par suite, la cathode recouvre immédiatement sa répugnance à céder moment même.

V — CONCLUSIONS.

Nous ne pouvons donner de meilleure conclusion à cette étude que d'emprunter à l'auteur lui-même le résumé que nous reproduisons ci-dessous :

« Nous sommes heureux d'avoir pu appeler l'attention sur les travaux de M. Cooper Hewitt.

« Il a montré que, contrairement à une opinion répandue, un tube à vide conduit d'autant mieux le courant électrique que le vide y a été poussé plus loin, une fois ce tube amorcé. C'est seulement l'amorçage qui devient de plus en plus difficile, lorsqu'on veut le déterminer avec une simple différence de potentiel et que le vide devient très grand. Mais on y arrive toujours avec la plus grande facilité, en établissant un court circuit momentané dans le tube. L'arc qui jaillit dans le tube au moment de la rupture du court circuit en détermine l'amorçage, quel que soit le degré de vide.

« Enfin, M. Cooper Hewitt a découvert cette propriété nouvelle des cathodes qu'il a appelée « répugnance » et a donné les moyens de la surmonter.

« Les tubes à vide paraissent, dès maintenant, appelés à rendre les plus grands services industriels. Non seulement, on peut faire avec eux des appareils d'éclairage intéressants, mais il est probable que, dans l'avenir, en suivant la voie ouverte par M. Hewitt, on pourra les appliquer à la production et à l'utilisation industrielle des courants de haute fréquence, avec lesquels on pourra, nous l'espérons, résoudre des problèmes nouveaux relatifs à la transmission de l'énergie, qui ne sauraient l'être avec les moyens dont nous disposons aujourd'hui. »

P. Letheule.

¹ Les clichés des figures 1, 2 et 3 nous ont été obligeamment prêtés par la Société internationale des Électriciens et la Librairie Gauthier-Villars, auxquelles nous renouvelons ici tous nos remerciements.

UN NOUVEL ESSAI DE NAVIGATION AÉRIENNE

PAR LE PLUS LOURD QUE L'AIR

Bien avant la retentissante découverte des aérostats par les frères Montgolfier, les hommes eurent l'idée de s'élever en l'air par des moyens mécaniques; les premiers inventeurs s'inspirèrent de la Nature, et, copiant les oiseaux, s'adaptèrent des ailes artificielles; mais leurs essais furent infructueux, et presque tous payèrent de leur vie leurs courageuses, mais imprudentes expériences.

Il n'en restait pas moins évident que l'oiseau, pour voler, prend son point d'appui sur l'air: Léonard de Vinci fit à ce sujet d'intéressantes observations et en arriva à l'idée d'une machine volante qui ne fut rien moins que le premier hélicoptère.

Après lui, Paneton en 1768, Launoy et Bienvenue en 1784, reprirent les mêmes théories; ces deux derniers présentèrent à l'Académie des Sciences de Paris, et firent fonctionner devant elle, un modèle d'hélicoptère mû par un fort ressort. Si l'on ne prêta pas à leur ingénieuse invention tout l'intérêt qu'elle méritait, c'est que les frères Montgolfier vinrent révolutionner le monde du bruit de leur découverte.

Les premières ascensions en ballons eurent un retentissement considérable; l'homme étant parvenu à s'élever dans les airs au moyen des aérostats, on abandonna les recherches sur les appareils plus lourds que l'air et l'on essaya de diriger les ballons. Mais, là encore, de sérieuses difficultés furent rencontrées; et, depuis presque un siècle qu'on la cherche, malgré les progrès réalisés peu à peu, il faut reconnaître que la solution est loin d'être parfaite.

Après les essais presque infructueux de Giffard, de Dupuy de Lôme, de Tissandier, les intelligents travaux de Renard et Krebs donnèrent les premiers résultats décisifs; depuis, le comte Zeppelin, Santos-Dumont, dernièrement Lebaudy complétèrent l'effort et obtinrent de la direction des ballons les derniers progrès qu'il semble qu'on doive en espérer¹.

En effet, comme l'a dit Nadar: « Ce qui tue la direction des ballons, ce sont les ballons. »

Ses partisans: G. de la Landelle, Ponton d'Amécourt, Babinet, revinrent franchement à la conquête de l'air par les appareils plus lourds que l'air, et, renonçant à diriger « la vessie flottante de Charles », préconisant « la sainte hélice », ils

virent le succès possible au moyen de machines volantes et abordèrent courageusement le grand problème de l'aviation.

Avant Nadar, Cayley, reprenant l'idée de Launoy, construisit un *hélicoptère*, petit appareil mû seulement par des ailettes en forme d'hélice, qu'actionnait un ressort. En 1842, Philipps construisit un appareil du même genre en métal, lequel s'éleva à une grande hauteur et parcourut une certaine distance avant de tomber. Enfin, en 1865, Nadar, d'après les mêmes principes, projeta l'exécution d'une machine volante destinée à enlever des voyageurs; mais il se heurta à l'impossibilité de trouver alors un moteur suffisamment léger et ne put mettre son projet à exécution.

Cette question du moteur léger, jointe à quelques expériences mal dirigées sur le fonctionnement des hélices, fut la pierre d'achoppement des hélicoptères.

On essaya alors de construire des volateurs en étudiant la théorie du vol des oiseaux; de là, exécution d'une foule d'oiseaux artificiels, appareils à ailes battantes désignés sous le nom d'*orthoptères*. Le plus ingénieux fut celui de Pénaud (1871), élève de Marey, qui fit sur le rôle des ailes de fort intéressantes études. Mais ces sortes d'appareils ne donnèrent pas de bien brillants résultats, et, si habilement construits qu'ils aient été, ils ne furent jamais que des jouets d'enfants.

Il restait aux aviateurs une troisième sorte de machine volante, à laquelle ils consacrèrent leurs efforts: les *aéroplanes*.

Dans cette voie, de sérieuses études furent faites. Je veux citer tout d'abord les essais de *vol plané* de O. Lilienthal, qui fit de concluantes expériences, mais qu'une déplorable catastrophe empêcha de continuer son œuvre. Son aéroplane ne comportait pas de moteur.

Les aéroplanes de Chanute¹ et ceux des frères Wright, également construits sans moteur, tout en permettant d'intéressantes expériences, ne donnèrent pas encore de résultats suffisants.

Tout autres furent les aéroplanes de Maxim, de Langley, de Tatin, d'Ader.

Il m'est impossible de tenter, dans ce court exposé, une description de ces compliqués appareils. Leur exécution exigea une somme de travail

¹ La *Revue* ne saurait s'associer à cette opinion: les récents travaux du regretté Colonel Renard établissent nettement la possibilité d'un progrès considérable dans la direction des aérostats.

(NOTE DE LA DIRECTION.)

¹ Voyez à ce sujet: CHANUTE, dans la *Revue* du 30 novembre 1903.

considérable et fut fort onéreuse; quelques-uns fonctionnèrent, mais aucun n'offrit les conditions de sécurité, d'habitabilité et de durée suffisantes.

C'est en étudiant les causes d'échec des différentes sortes de machines volantes imaginées jusqu'à ce jour, et en me rendant compte des qualités et des défauts de chacune, que j'en suis arrivé à cette conclusion que l'aviateur pratique de l'avenir sera une combinaison du type hélicoptère et du type aéroplane, ces deux types s'associant et se complétant, pour ainsi dire, pour présenter les meilleures conditions possibles de fonctionnement.

Je vais essayer d'expliquer sur quelles données je me suis appuyé pour arriver à la conception d'un tel appareil, et, dans ce but, j'exposerai succinctement la théorie des hélicoptères et celle des aéroplanes.

I. — HÉLICOPTÈRES.

Les hélicoptères sont des appareils utilisant uniquement des hélices pour se maintenir en l'air et se diriger; ils ne comportent aucune surface planante.

Différentes dispositions d'hélices peuvent être adoptées : celle qui consiste à avoir des hélices à axes verticaux pour la sustentation et d'autres à axes horizontaux pour les mouvements de translation est mauvaise, car, presque toujours, toutes les hélices travaillent mal. Il est facile de s'en rendre compte :

Si V est la vitesse tangentielle d'une hélice à axe vertical, v la vitesse de translation de l'appareil par rapport à l'air (fig. 1), les vitesses absolues des ailes de l'hélice seront : d'un côté $V + v$ et de l'autre $V - v$; et, les efforts de sustentation n'étant plus les mêmes des deux côtés, l'hélice tendra à chavirer. En particulier, si on fait $V = v$, on voit que les vitesses absolues des deux extrémités des ailes sont d'un côté 0 et de l'autre $2V$.

D'un côté, on a comme effort de sustentation 0, et, de l'autre, on a quatre fois l'effort que l'on avait quand la vitesse était V , puisque ces efforts croissent comme le carré des vitesses. Il faut donc que ce soient les mêmes hélices qui servent

à la fois à la propulsion et à la sustentation.

Ceci ne peut s'obtenir qu'en rendant mobiles les axes des hélices de telle façon qu'ils soient verticaux pendant les mouvements de montée et de descente simples, et qu'ils soient obliques ou horizontaux le reste du temps.

Il est à remarquer que, dans une telle disposition, les hélices travaillent dans d'excellentes conditions quand leur axe est oblique :

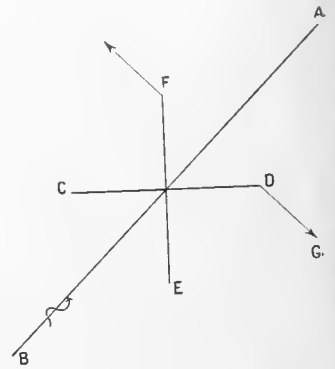


Fig. 2.

Soit, en effet, AB l'axe d'une hélice réduite à un axe et deux palettes CD et EF vues en bout (fig. 2).

Cette hélice, pour donner un effort oblique vers le haut, dans le sens BA, tourne dans le sens indiqué par la flèche : la palette CD est en avant du plan du tableau considéré comme contenant l'axe, et le point D se déplace dans la direction DG. Dans cette position, la palette CD pose à plat sur l'air et se déplace vers le bas : elle soutient l'appareil; tandis que la palette EF, verticale, se déplace vers l'arrière et pousse l'appareil en avant.

On voit donc qu'à chaque tour, chaque aile d'hélice donne un coup d'aile vers le bas pour soutenir l'appareil et un autre vers l'arrière pour le pousser en avant, chacun de ces coups d'ailes étant donné pendant que la palette est normale, dans un cas à la verticale, dans l'autre à l'horizontale, c'est-à-dire dans de très bonnes conditions de rendement.

Il va sans dire que l'exemple de la figure a été choisi de façon à être frappant; mais, en réalité, ce mécanisme de coups d'ailes commence à agir dès que l'axe des hélices est incliné vers l'avant.

Il est à remarquer que, dans la disposition qui est indiquée plus bas, de deux hélices coaxiales tournant en sens inverse et prenant leurs réactions rotatives l'une sur l'autre, tous les efforts vers le haut et vers l'avant, dont nous venons de parler, sont équilibrés deux à deux.

Voyons maintenant quelle est la disposition la plus simple que puisse présenter un hélicoptère et qui soit compatible avec une bonne marche de l'appareil.

Un hélicoptère étant soutenu par la seule action de ses hélices comporte forcément au moins une hélice à axe vertical (ou capable d'être placé verticalement); comme il faut résister à la réaction rotative de cette hélice, pour que le corps de l'ap-

pareil ne tourne pas en sens inverse de l'hélice, on doit disposer une autre partie tournante pour appuyer cette réaction.

Pour économiser de la puissance et augmenter la force ascensionnelle de l'appareil, on est amené à faire cette autre partie tournante en forme d'hélice également, et l'on se trouve conduit à cette conclusion que l'hélicoptère le plus simple comprend deux hélices à axes verticaux tournant en sens inverse et prenant leurs réactions rotatives l'une sur l'autre, les axes de ces hélices pouvant s'incliner vers l'avant pour obtenir les mouvements horizontaux ou obliques.

Dès lors, une disposition semble indiquée, parce qu'elle permet de condenser beaucoup l'appareil : donner aux deux hélices le même axe géométrique en les superposant ; cette disposition offre, en outre, l'avantage de permettre un mode de transmission de mouvement et une disposition d'engrenages très avantageux en ce sens qu'il n'y intervient que des efforts de torsion, et que tous les efforts de poussée latérale sont équilibrés deux à deux.

On pourrait croire que, dans cette disposition, les hélices vont se gêner l'une l'autre ; il n'en est rien ; les efforts de poussée longitudinale s'ajoutent simplement : il est bien vrai que l'hélice du haut chasse l'air vers celle du bas et lui facilite ainsi sa rotation ; mais celle du bas aspire l'air qui est au-dessus d'elle et aide à la rotation de la première. Les deux efforts ont la même valeur, et la preuve en est que, pour appuyer les réactions rotatives l'une sur l'autre, de telle sorte qu'elles s'équilibrent, on est amené à donner exactement le même pas aux deux hélices.

Enfin, si, dans un hélicoptère ainsi disposé, on prend soin de placer la charnière du gouvernail obliquement ou de permettre la modification du pas de chacune des hélices, pendant la marche, l'appareil peut exécuter tous les mouvements sans aucune exception ; monter ou descendre verticalement indépendamment de l'action du vent ; se déplacer horizontalement ou obliquement dans toutes les directions ; se tenir immobile en un point donné de l'espace, dans l'air calme ou malgré le vent ; tourner à un moment quelconque aussi bien pendant la montée ou la descente que pendant la marche horizontale ou oblique.

Tous les déplacements et mouvements peuvent être exécutés à la vitesse que l'on veut.

En un mot, un tel appareil est l'appareil de manœuvre idéal.

Étant ainsi établis les points principaux de la théorie des hélicoptères, il ne faut pas oublier qu'ils possèdent un rendement dynamique moins bon que les aéroplanes, c'est-à-dire qu'il faut, à égalité de poids, leur fournir plus de puissance,

ou qu'à égalité de puissance, ils peuvent soulever un poids moins lourd.

En outre, ils ne conviennent qu'imparfaitement aux grandes vitesses horizontales.

Voyons maintenant les caractéristiques du second genre d'appareils que nous avons à étudier, c'est-à-dire du type d'aviateur dit aéroplane.

II. — AÉROPLANES.

On donne le nom d'*aéroplane* à un appareil comprenant une surface planante ou un ensemble de surfaces planantes trainées en biais dans l'air à grande vitesse, au moyen d'hélices à axes horizontaux.

La réaction de l'air sous ces surfaces donne l'effort qui soutient l'appareil. C'est, en somme, un cerf-volant dans lequel la ficelle est remplacée par les hélices.

Le principe du fonctionnement des aéroplanes est qu'ils doivent se déplacer horizontalement à grande vitesse pour pouvoir se soutenir en l'air et avoir un rendement dynamique avantageux.

Les conséquences de ce fait sont les suivantes : à un aéroplane pur, sont interdites les manœuvres de montée ou de descentes simples, ainsi que les déplacements dans des directions qui ne soient pas très voisines de l'horizontale ; un tel appareil ne pourra quitter le sol qu'après avoir pris à la surface de celui-ci la vitesse qui est nécessaire à sa sustentation ; de même, il sera forcé, pour reprendre contact avec le sol, de l'aborder en vitesse, ces deux dernières conditions étant toujours vraies, sauf dans des cas exceptionnels de vitesse et de direction du vent ; mais, en revanche, dans un tel appareil, la marche horizontale sera facile et avantageuse.

Je ne parle pas ici de l'équilibre des aéroplanes ; bien que d'intérêt primordial, cette question ne vient qu'en second lieu ; elle sera résolue par la pratique dès qu'on aura pu naviguer dans l'air et y faire quelques expériences soigneusement établies et bien conduites.

III. — ESSAI D'ASSOCIATION DE CES DEUX TYPES D'AVIATEURS.

En résumé, voici les qualités et les défauts des deux types d'appareils que nous venons d'étudier :

Les hélicoptères sont des appareils parfaitement stables, d'une manœuvre simple et sûre et auxquels tous les mouvements sont possibles dans toutes les directions ; mais ces appareils auront des vitesses horizontales dépassant difficilement 80 à 100 kilomètres à l'heure.

Les aéroplanes, au contraire, sont beaucoup plus

difficilement maniables ; mais ils peuvent atteindre des vitesses horizontales très grandes, en demandant relativement peu de force.

L'association logique de ces deux appareils découle très simplement de cette comparaison : dans un aviateur idéal, il faut adopter une disposition permettant à l'appareil d'être successivement hélicoptère et aéroplane et de fonctionner à volonté de l'une ou l'autre façon, afin de pouvoir manœuvrer en hélicoptère et faire de la route en aéroplane.

Il faudra aussi, pour la sécurité du fonctionnement, que la transformation d'un type à l'autre soit progressive et puisse se faire à volonté lentement ou rapidement, afin de passer doucement de l'hélicoptère à l'aéroplane et de revenir instantanément au type sûr et stable de l'hélicoptère, en cas d'accident ou de déséquilibre de l'aéroplane.

Pour voir

combien est logique cette association, on peut la comparer à la nature, l'éternel exemple :

Examinons le vol des oiseaux : quand ils s'élèvent ou se posent, ils battent violemment des ailes et font de grands efforts pour gagner ou

perdre leur vitesse ; ils se déplacent alors dans des directions assez voisines de la verticale : ils font de l'hélicoptère ; puis, une fois en marche, ils peuvent

faire du vol plané, ils vont rapidement et sans fatigue : ils font de l'aéroplane.

IV. — CONSTRUCTION D'UN APPAREIL BASÉ SUR CES THÉORIES.

Si, maintenant, nous voulons arriver à la construction d'un appareil volant d'après ces théories, il nous faudra

d'abord commencer à construire un hélicoptère pur, certains que nous sommes de son bon fonctionnement, et le construire de telle sorte que l'on

puisse ultérieurement le transformer facilement en aéroplane sans modification importante ; puis, lorsque, avec lui, nous aurons réussi à nous élever dans les airs et à nous y diriger, nous ajouterons peu à peu à cet hélicoptère des surfaces planantes qui nous permettront de nous mou-

voir plus rapidement et d'atteindre les grandes vitesses qu'il est permis d'espérer réaliser avec les machines volantes ; notre appareil se transformera ainsi progressivement, grâce à des modifications successives indiquées par la suite des expériences,

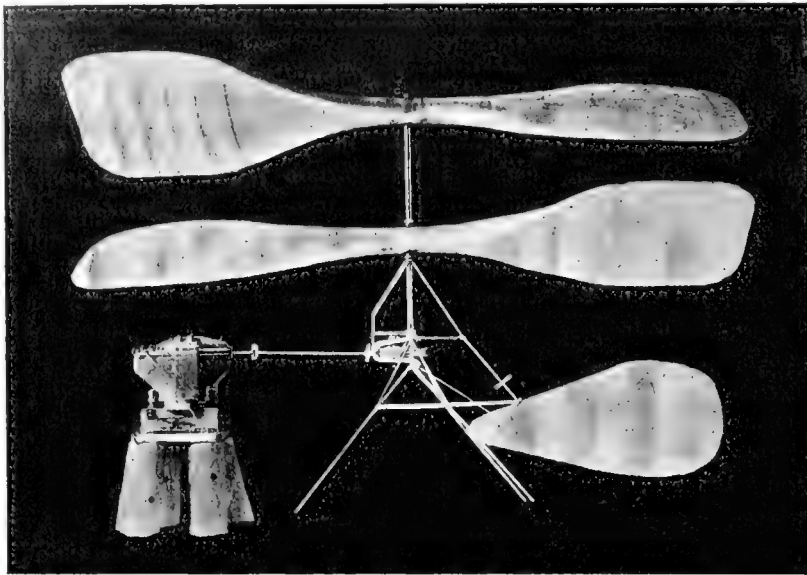


Fig. 3. — Vue de l'appareil d'essai au repos.

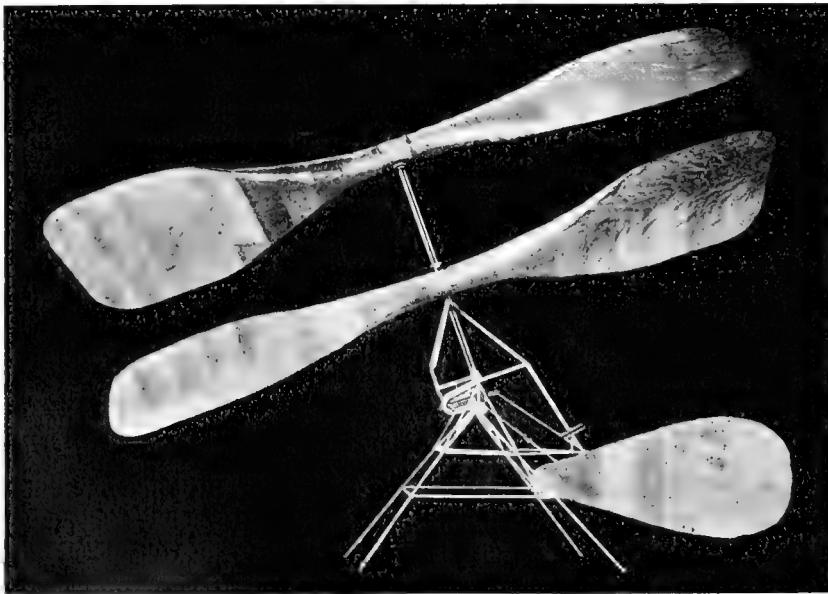


Fig. 4. — Vue de l'appareil d'essai en marche horizontale.

en cet aviateur parfait, hélicoptère-aéroplane, auquel nous voulons arriver.

L'appareil que je construis d'après ces théories comprend un châssis, destiné à le soutenir quand il est à terre, et portant, à la partie haute, le groupe moteur et, par l'intermédiaire d'une articulation, les hélices.

Celles-ci sont au nombre de deux ; elles ont le même axe géométrique et tournent en sens inverse. Enfin, à l'arrière, se trouve le gouvernail dont la charnière est inclinée à 45° .

L'axe commun des hélices peut être incliné à volonté depuis la verticale jusqu'à l'horizontale et le pas des hélices est modifiable en cours de route.

Cette description complète montre combien est simple cet appareil. Il est, d'ailleurs, impossible de faire un appareil plus simple, capable de tous les mouvements et donnant une sécurité égale.

Si l'on considère que, grâce à l'inclinaison de l'axe des hélices jusqu'à l'horizontale, celles-ci d'élévatoires deviendront propulsives, on comprendra qu'avec l'adjonction de surfaces planantes l'appareil deviendra un véritable aéroplane. De même, on peut se rendre compte que, si l'on dispose ces surfaces planantes de façon à pouvoir supprimer instantanément leur action, on reviendra, par le redressement partiel de l'arbre des hélices, à l'hélicoptère simple.

Ce sont bien là les conditions désirées.

Voici maintenant le dispositif que j'ai adopté pour éviter la chute ou pour atténuer ses inconvénients, si occasionnellement elle devient inévitable.

L'appareil comprend deux moteurs transmettant leur mouvement aux hélices par des cliquets, de telle sorte que l'arrêt accidentel de l'un des moteurs n'entraîne pas l'arrêt de l'autre ; de plus, l'appareil peut se tenir en l'air et se diriger avec un seul moteur. C'est donc déjà de nombreuses chances de chute évitées ; mais il peut arriver que les deux moteurs s'arrêtent ; il est bien évident qu'alors l'appareil tombe ; les hélices tendent à tourner en sens inverse de celui dans lequel elles tournaient précédemment. Un frein, convenablement disposé, empêche alors leur rotation et les maintient dans les positions où chacune d'elles offre toute sa voilure au courant d'air ascendant, sans être gênée par l'autre.

Il est facile alors de calculer la vitesse de chute de l'appareil, connaissant son poids et la surface de sa voilure.

Cette vitesse sera environ 12 mètres par seconde, ce qui est loin d'être excessif : cela fait 43 kilomètres à l'heure environ. Cependant, le choc serait encore désastreux pour le voyageur et pour l'appareil ; j'ai donc disposé un piston hydraulique amortisseur du choc à l'arrivée sur le sol en cas de chute.

La course de ce piston est de 2 mètres ; les sections de passage du liquide varient, bien entendu, suivant une loi parabolique, de façon à donner, pendant le fonctionnement du piston, un mouvement retardé à accélération négative constante et à poser l'appareil sur le sol sans vitesse.

Dans ces conditions l'action du piston durera $1/4$ de seconde et, pendant ce $1/4$ de seconde, tout se passera à bord de l'appareil comme si la pesanteur y était augmentée dans la proportion de 3, 6, ce qui est sans inconvénient pour le voyageur et pour l'appareil. En effet, un homme qui saute de

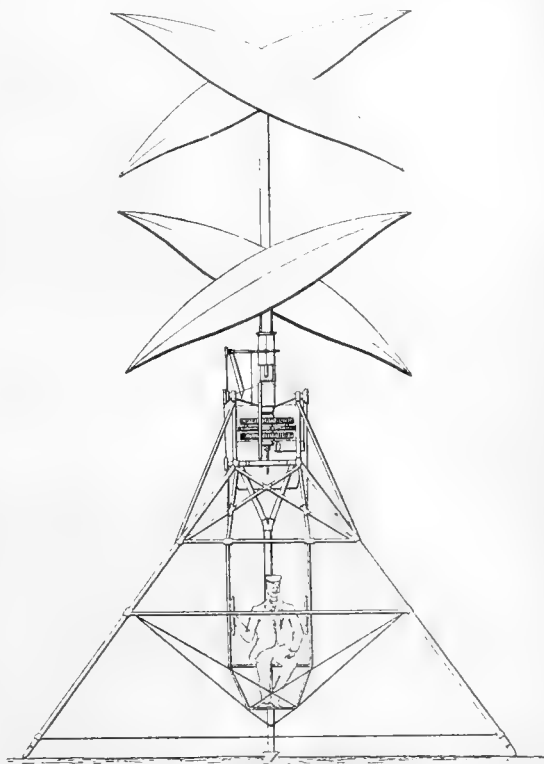


Fig. 5. — Vue de face de l'appareil.

1 mètre seulement de hauteur et se reçoit, après avoir fléchi les jambes, sur une très petite course, subit des accélérations négatives beaucoup plus grandes que $3, 6 \times g$, cela sans inconvénient résultant de ces accélérations. Quant à l'appareil, ses différents organes ne travailleront pas, à ce moment, plus que pendant la marche.

Le piston hydraulique est articulé à la partie supérieure, au moyen d'une double charnière, afin que, si l'appareil est entraîné par le vent pendant sa chute, on puisse cependant diriger l'extrémité de l'appareil de choc vers le point où doit se produire la chute et éviter ainsi, pour le piston hydraulique, tout effort latéral qui lui serait funeste.

Enfin, voici un dernier point important : lorsque l'on incline l'axe des hélices vers l'avant, l'ensemble

de l'appareil prend une position telle que la ligne qui joint le centre de gravité et le centre de sustentation soit verticale. Dans cette position, le châssis contenant le voyageur ne se trouve pas d'aplomb; il lève de l'avant; mais il est à remarquer que, dès que le déplacement horizontal commence, la poussée de ce courant d'air sur la partie basse de l'appareil tend à le remettre d'aplomb. Cependant, cet effet ne serait pas suffisant, et, pour compléter l'action, j'ai disposé sur le gouvernail des surfaces planantes auxiliaires qui se déploient automatiquement et qui maintiennent l'appareil parfaitement

d'aluminium épanouis comme des œillets. Des tôles d'épaisseurs voulues, évidées aux endroits convenables, forment les âmes et sont reliées par des cornières aux tables qui constituent les surfaces du dessus et du dessous des hélices. D'autres tôles, disposées perpendiculairement aux premières, forment un cloisonnement transversal dans ces poutres et assurent une indéformabilité absolue. Ce mode de construction permet encore d'avoir de bonnes formes pour l'attaque de l'hélice dans l'air et pour sa sortie, ce que l'on ne peut pas obtenir avec des hélices en toile à armature en bois. Les

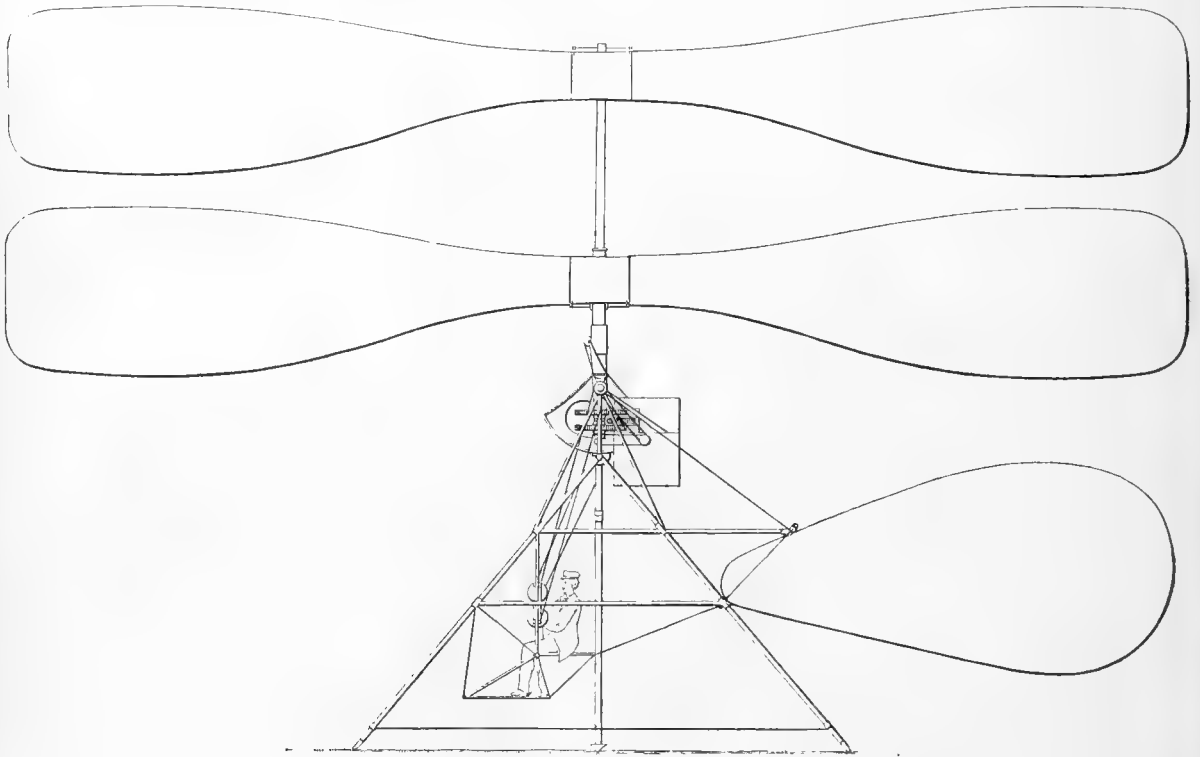


Fig. 6. — Vue de profil de l'appareil.

d'aplomb, quelle que soit l'inclinaison de l'axe des hélices.

Ces surfaces planantes auxiliaires constituent, d'ailleurs, une sorte de gouvernail vertical qui n'est pas indispensable pour l'hélicoptère, mais le sera pour l'aéroplane.

J'ai appliqué dans toute la construction de cet appareil les principes rationnels de résistance des matériaux en visant la légèreté. Pour cela, j'ai augmenté la hauteur des poutres pour pouvoir, en conservant le même moment d'inertie, diminuer la quantité de métal employé, et j'ai contreventé convenablement; j'ai obtenu ainsi une rigidité parfaite et une très grande légèreté. C'est ainsi que la voilure tout entière (hélices et gouvernail) est constituée exclusivement de tôles d'aluminium rivées au moyen de petits morceaux de tubes

axes des hélices, en acier, sont des tubes de très grand diamètre et très minces; dans l'appareil en réduction que j'ai fait, ils avaient l'un $1^{\text{mm}},5$, l'autre $1^{\text{mm}},75$ d'épaisseur. Ils m'ont donné de parfaits résultats. A cause de cette très faible épaisseur, ils constituent d'excellents ressorts au point de vue de la torsion, ce qui a le très grand avantage de permettre aux moteurs et aux hélices de tourner d'un mouvement parfaitement uniforme, même si les engrenages sont mal taillés.

Les montants du châssis et toutes les traverses sont en tubes d'acier.

V. — ESSAI DE L'APPAREIL.

Voici, pour terminer, les résultats des essais que j'ai faits, au Musée océanographique de Monaco,

en présence de S. A. S. le Prince de Monaco, sur une réduction en demi-grandeur de l'appareil¹.

Les hélices mesuraient 6^m,25 de diamètre et 1^m,75 de largeur à la partie la plus large. Chacune d'elles, construite en tôles d'aluminium contreventées comme il a été expliqué plus haut, pesait 21 kilogs.

L'appareil complet, comprenant les hélices et

Le poids de cette transmission, porté par l'appareil, était 5 kilogs. L'appareil était, en plus, chargé de quatre poids en plomb de 5 kilogs chacun, accrochés à chacun des pieds du châssis. Le poids total à enlever était donc :

Pour l'appareil	85 kil.
Poids mort	25 —
Total	110 kil.

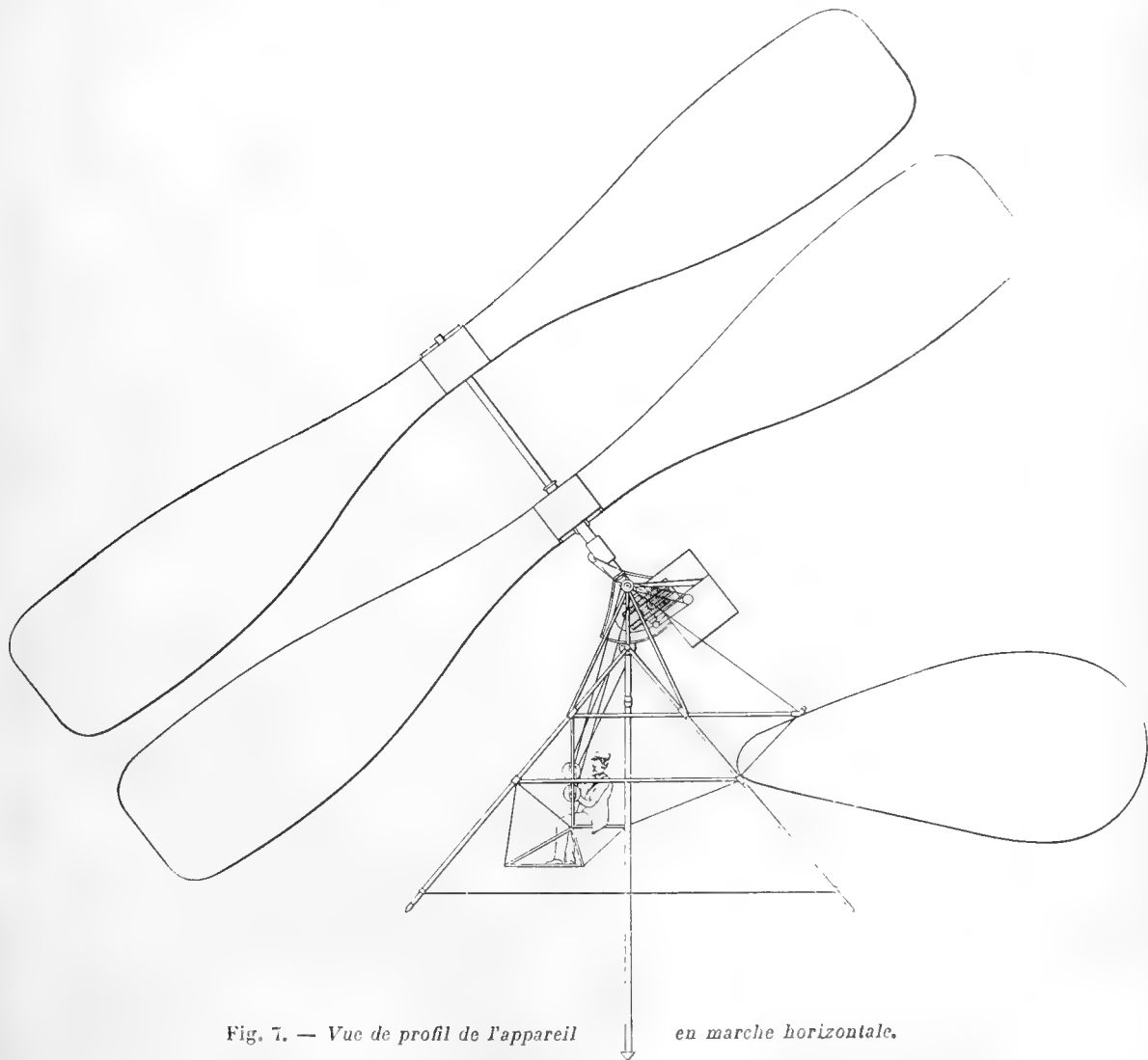


Fig. 7. — Vue de profil de l'appareil

en marche horizontale.

leurs axes, le train d'engrenages leur transmettant le mouvement, le moteur, le châssis, le gouvernail, en un mot, l'appareil complet, sauf le moteur, pesait 85 kilogs.

Le mouvement, fourni par une dynamo, était communiqué à l'appareil au moyen d'un arbre de 1 mètre de longueur, terminé à chacune de ses extrémités par un joint à la cardan.

¹ Ces résultats ont fait l'objet de deux notes aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, présentées par le Prince, le 15 mai et le 5 juin 1905.

Ce poids fut entièrement soulagé, à chaque essai, par un courant de 40 ampères, sous 140 volts, mesurés aux bornes de la dynamo, soit 5.600 watts.

La vitesse de rotation des hélices était de 40 tours à la minute.

Le rendement de la dynamo (mesuré au frein de Prony, précisément pour cette intensité de 40 ampères et 140 volts) étant de 80 %, la force utilisée a été de

$$5.600 \times 0,80 = 4.480 \text{ watts,}$$

soit 6,1 chevaux de 75 kilogrammètres, ou 457 kilogrammètres.

On peut admettre, pour le poids d'un moteur : 2 kilogrammes par cheval, y compris la provision d'essence pour une marche de une heure. Le poids mort de 25 kilogs soulevé peut alors se décomposer ainsi : 1° 15 kilogs représentant 7,5 chevaux, force plus que suffisante pour enlever et conduire l'appareil; 2° 10 kilogs représentant le poids d'un homme de 80 kilogs en demi-grandeur.

Dans ces calculs, il n'a pas été tenu compte du travail absorbé par la transmission à la cardan.

Chaque unité de 75 kilogrammètres soulevant $\frac{110}{6,1} = 18$ kilogs, chaque nouvelle unité de 75 kilogrammètres donnera une force ascensionnelle supplémentaire de : $18 - 2 = 16$ kilogs.

On pouvait donc conclure de ces expériences qu'avec un moteur de 10 chevaux, cet appareil pourrait soulever un homme, si la résistance de ses organes était suffisante pour soutenir cet effort.

Les expériences d'enlèvement de l'appareil furent continuées en augmentant progressivement le poids mort soulevé et les puissances données par le moteur, afin d'éprouver la résistance mécanique, de voir quelles parties céderaient les premières et d'en déduire le coefficient de sécurité pour la marche normale.

A cet effet, une seconde dynamo fut attelée à la première au moyen d'une courroie.

Dans une première expérience, le poids mort fixé à l'appareil fut de 50 kilogs. Sous une force de 40 chevaux, l'enlèvement eut lieu tellement brusquement que les huit cordes qui retenaient l'appareil au sol furent rompues d'un seul coup; chacune de ces cordes était cependant capable de porter un homme sans se rompre; la rupture des huit cordes eut lieu par traction simple, mais il faut bien tenir compte de ce fait qu'elles étaient attelées en biais et qu'il y a eu choc, l'appareil étant violemment projeté en l'air lorsque les cordes se sont trouvées tendues.

L'appareil, ayant brisé ses amarres, continua son bond et ne s'arrêta que lorsqu'il fut maintenu par l'arbre qui le reliait à la dynamo et qui fut tordu.

Le courant avait été interrompu dès que la rupture des cordes s'était produite.

L'appareil fut remis en expérience et fixé par des cordes plus fortes; les poids furent augmentés et l'on arriva ainsi jusqu'à enlever 100 kilogs de poids mort avec une force qu'il a été malheureusement impossible de mesurer exactement, mais qui fut certainement inférieure à 15 chevaux et évaluée à 12 chevaux.

Ces 100 kilogs étaient ainsi constitués : le D^r Richard, directeur du Musée océanographique, avait

pris place sur une planchette fixée à l'appareil au moyen de deux cordes.

Le D^r Richard pèse 74 kilogs; il fut enlevé trois fois, la dernière avec 26 kilogs de poids en plomb, dont une partie était attachée aux pieds de l'appareil et le reste placé dans les poches du D^r Richard.

Dès que les hélices se mirent à tourner, l'appareil fit un bond vertical, enlevant toute sa charge tellement brusquement que l'on craignit une nouvelle rupture des cordes le fixant au sol, et le courant fut interrompu de suite.

L'aisance avec laquelle s'est enlevé l'appareil prouve qu'il aurait pu soulever un poids plus grand encore avec la force qui lui a été fournie.

La vitesse de rotation était de soixante tours par minute.

A la suite de l'essai, j'ai constaté des déformations dans les arbres des hélices. Ces arbres sont constitués par des tubes d'acier mince de 5 et 6 centimètres de diamètre. Ces déformations ayant faussé le train d'engrenages, il a été impossible de continuer ces essais.

On a noté que ces déformations proviennent d'efforts latéraux sur les engrenages et que, dans l'appareil définitif, ces efforts latéraux s'équilibrent deux à deux, le même accident n'est pas à craindre.

Les hélices n'ont subi aucune déformation et n'ont pas semblé souffrir de l'effort qu'elles ont supporté.

On peut donc dire que cet appareil a soulevé un homme de 74 kilogs avec le poids représentatif du moteur nécessaire et la provision d'essence pour une marche de une heure.

Au point de vue du coefficient de sécurité, on voit qu'il est franchement supérieur à 2, lorsque l'appareil fonctionne avec 6 chevaux et chargé de 25 kilogs de poids mort, ce qui correspond à la marche normale du grand appareil.

Enfin, voici ce que donnent ces chiffres reportés au grand appareil :

100 kilogs de poids mort enlevés par le petit appareil correspondent à 800 kilogs pour le grand. Sur ces 800 kilogs, il faut prendre :

Moteur de 100 chevaux, y compris la provision d'essence nécessaire à une marche de 1 heure.	200 kil.
Voyageur	75 —
Reste disponible	525 —
TOTAL	800 kil.

Ces 525 kilogs pourront servir à obtenir des vitesses horizontales plus grandes ou bien à emporter d'autres voyageurs ou du combustible pour une marche de plus longue durée.

En tout cas, ce chiffre est assez considérable pour montrer que le projet comporte une marge

suffisante pour donner toutes les conditions de sécurité et de bon fonctionnement désirables.

Je commence dès maintenant la construction du véritable appareil qui doit m'enlever dans les airs.

Cet appareil aura des hélices de 12^m,50 de diamètre; il sera actionné par un moteur de 100 chevaux; il pèsera environ 800 kilogs et sera capable d'enlever un homme et la provision d'essence nécessaire à une marche de cinq ou six heures.

J'espère qu'il réunira les qualités de sécurité nécessaires pour entreprendre un voyage dans

les airs et que, s'il n'est pas encore l'aviateur parfait de l'avenir, il n'en constituera pas moins un réel progrès vers la solution idéale de la navigation aérienne.

Ce progrès, c'est au Prince de Monaco que la science en sera redevable, car c'est avec son aide et son concours que j'ai pu commencer et que je continue mes expériences; si ces expériences sont couronnées du succès que j'en attends, je veux lui en laisser tout l'honneur, puisque, sans sa gracieuse protection, je risquais fort de ne jamais pouvoir mettre mes idées à exécution.

M. Léger.

LE " ROYAUME FLEURI " OU PROVINCE DES QUATRE-FLEUVES

(CHINE OCCIDENTALE)

Si l'on songe un seul instant à l'importance des événements qui viennent de se passer en Extrême-Orient, on est obligé de constater que le centre de gravité mondiale se déplace désormais. La Chine, vraiment, devient le centre d'attraction de l'Univers organisé, le but fascinant vers lequel tous les grands peuples se hâtent fébrilement. Le moment est, en vérité, solennel : nous sommes bien à un tournant de l'histoire, et le « struggle for life » entre nations ne fut et ne sera jamais plus âpre qu'à cette phase de la vie des empires. La lutte est commencée, et si ardentes sont les compétitions pour la domination de cet immense marché, le plus vaste et le plus riche du monde, qu'elle va se développer, formidable, sans trêve ni recul. Et tant pis pour la nation qui tout de suite ne prendra pas position dans cette grande bataille politique et économique : dans quelques années, il sera trop tard.

Il est donc intéressant, au dernier point, de rechercher quelle est la région de la Chine qui doit attirer plus particulièrement notre attention et assurer, dans les meilleures conditions, le développement rapide et complet de notre colonie indochinoise. Cette région est, incontestablement, le Se-Tchouen, ou province des Quatre-Fleuves.

I. — OROGRAPHIE.

Le « Royaume fleuri » (dénomination poétique chinoise) est la province la plus riche, la plus féconde du Grand Empire : elle est située au nord du Yunnan, à l'extrême-ouest, et empiète sur les contreforts du grand plateau tibétain. Elle est d'une superficie un peu supérieure à celle de la France, soit 600.000 kilomètres carrés, environ.

Elle se divise en deux parties bien distinctes : la région montagneuse, ou Se-Tchouen occidental, représentant le quart de la superficie totale; et la région des terres rouges, des plateaux et des plaines, ou Se-Tchouen oriental.

Le Se-Tchouen occidental est constitué par une série de grandes chaînes toutes parallèles entre elles, à direction Nord-Sud, et perpendiculaires à deux énormes massifs auxquels elles s'appuient : le Kouen-Loun et l'Himalaya. Au fond de ces formidables plissements coulent le Yang-Tsé et ses affluents : le Ya-Long et le Ta-Tou-Hô¹, puis le Mékong et le Salouen. Ces chaînes sont très élevées : dans la région setchouennaise, elles ont de 4 à 5.000 mètres d'altitude, et, quand on se rapproche de la vallée du Min, vers l'Est, on rencontre des plateaux d'érosion séparant les cassures dont l'altitude est encore de 3.000 mètres. Les calcaires dominant dans toute la vallée du Ta-Tou-Hô que j'ai parcourue : ce sont eux qui constituent les flancs escarpés, les canons du fleuve et de ses affluents torrentueux. J'ai cotoyé de ces abîmes taillés à pic, séparant deux crêtes parallèles à peine distantes quelquefois de 20 à 25 mètres. Souvent ces masses calcaires reposent sur un lit d'argile : d'où glissements, effondrements fréquents. Au fond de certains ravins, à 60 kilomètres de Foulin, et sur les bords de torrents à sec, j'ai reconnu des blocs de granit, des marbres et des porphyres d'une grande beauté, que n'exploite pas l'aborigène, ni même le Chinois.

Dans la vallée de Foulin, on retrouve les grès rouges formant les collines encaissantes des ri-

¹ Le Ta-Tou-Hô ne se jette pas directement dans le Yang-Tsé mais bien dans le Min, à Kia-ting.

vières : les hautes montagnes de l'arrière-plan sont toujours calcaires. Dans notre marche vers l'Est de Foulin à Tchentou, par Ya-Tchéou, et après avoir franchi le Ta-Siang-Ling, il ne fut plus rencontré de calcaires, mais seulement de hautes collines de grès rouges fortement mélangés d'argile; leur élévation allait en diminuant à mesure qu'on se rapprochait de la vallée du Min. L'aspect pyramidal était plus rare que la forme de table affaissée d'un côté et représentant un plan incliné suivant la face de moindre résistance.

En résumé, dans l'Ouest, entre la vallée du Ta-Tou-Hô et celle du Min, très hautes crêtes escarpées courant Nord-Sud et plateaux étroits atteignant jusqu'à 3.000 mètres d'élévation. Dans la vallée du Ya-Ho et vers l'Est, jusqu'à la plaine de Tchentou, collines de grès rouges argileuses, se développant en chaînes parallèles, constamment interrompues, pour former des groupes isolés de tables ou de pyramides.

Je dirai maintenant un mot de la végétation des Alpes setchouennaises : j'ai parcouru les hauts plateaux de l'Ouest en février et en mars 1904; j'ai observé que, partout où la pente permettait de retenir un peu d'humus, apparaissent de belles cultures : blé, orge, maïs, sorgho, colza, pommes de terre. Sur le plateau même, partout où l'humidité est suffisante, tous nos légumes, tous nos arbres fruitiers prospèrent à souhait, malgré l'altitude considérable, oscillant entre 2.000 et 3.000 mètres. Sur les sommets difficilement accessibles croissent encore de belles forêts, où dominent les essences de la zone tempérée; maïs, plus bas, tous les arbres ont disparu, systématiquement coupés par le Chinois envahisseur qui les détruit partout où il le peut, sous le mauvais prétexte que c'est de la terre arable récupérée. Il a ainsi ruiné une grande partie des plateaux autrefois féconds du Se-Tchouen oriental. Dans toute cette région de l'Ouest où a pénétré le fils de Hân, il n'existe plus rien à exploiter comme produits du sol; mais le jour où le géologue et le minéralogiste parcourront ces vallées, ces cluses profondes, ils pourront déceler des richesses insoupçonnées. Le long de tous les torrents, pendant le voyage, nous voyions de nombreux orpailleurs fouillant les sables, et plus au Nord, vers le Thibet, les bijoux d'or sont l'ornement habituel des femmes aborigènes.

Le Se-Tchouen oriental ou Bassin-Rouge, qui forme les trois quarts de la province, est la région fertile, féconde par excellence. Elle a dû constituer autrefois un vrai plateau, qui, érodé peu à peu, fissuré par les eaux torrentueuses descendant des hautes montagnes de l'Ouest et du Nord, s'est découpé en damier, en tables séparées par des vallées, dont la direction générale est Nord-Sud,

inclinant tantôt à l'Ouest, tantôt à l'Est. Les grès rouges et roches carbonifères qui forment ce terrain élèvent encore leurs arêtes jusqu'à 1.000 et 1.200 mètres d'altitude. Si l'on part du Sud, ces arêtes se profilent en éventail vers le Nord-Est, vers le Nord-Ouest, jusqu'aux grandes chaînes de 2.500 à 3.000 mètres, qui séparent le bassin du Min et du Kialing-Kiang de celui du Hân.

Dans la vallée du Yang-Tsé proprement dite, surtout en aval de Tchong-King, la formation n'est plus la même : les falaises qui bordent le fleuve et leurs prolongements transversaux, obliques ou perpendiculaires au thalweg, sont composés de calcaires gris, très escarpés, surtout dans les gorges de Kouei-Tchou. Comme dans la vallée du Ta-Tou-Hô, ces masses calcaires reposent fréquemment sur des lits schisteux qui subissent une double désagrégation par infiltration d'eau pluviale et de l'eau du fleuve, au moment des crues estivales qui durent plusieurs mois. Beaucoup de seuils et de rapides dangereux doivent leur formation à ce ramollissement du substratum schisteux, qui a été suivi de l'écroulement de la masse surplombante. On rencontre encore des grès, mais de couleur grise, formant quelquefois, au milieu du fleuve, de belles tours composées d'assises qu'on dirait artificielles, où alterne souvent le calcaire.

II. — COURS D'EAU.

J'ai suffisamment indiqué, par l'orientation des monts et coteaux, la direction générale des cours d'eau qui sillonnent la province et se jettent dans le Yang-Tsé. Le Min, le Lou-Hô et le Kialing-Kiang, avec leurs ramifications, arrosent toute la superficie du Bassin-Rouge. Le Kialing-Kiang, bien que séparé du Min par une grande distance, s'en rapproche considérablement par un des deux grands tributaires qu'il reçoit à Ho-tcheou, et ceux-ci, multipliés dans tous les sens par une foule de rivières étalées en plis d'éventail, couvrent tout l'espace intermédiaire à l'Est et à l'Ouest.

Le Bassin-Rouge est donc arrosé à souhait et, comme la direction des grands plissements du relief est Nord-Sud, aucune chaîne n'arrête les courants chauds et humides qui viennent de l'Océan Indien et du Pacifique. La végétation est donc toute-puissante au Se-Tchouen, sur les plateaux et dans les vallées.

Le climat, en raison de l'altitude, est tempéré; d'une grande régularité, il rappelle celui du Midi de la France, moins froid cependant. C'est cette remarquable égalité de température qui a permis au Se-Tchouen de donner une grande extension à la culture du ver à soie et en a fait la plus vaste région séricicole du monde : la production est

importante, mais bien au-dessous de ce qu'elle peut devenir le jour où le Chinois abandonnera ses méthodes surannées d'élevage du bombyx.

Tout dans le Bassin-Rouge se trouve donc combiné pour favoriser la culture intensive du sol : fécondité des terres, climat exceptionnel. Toutes nos céréales poussent admirablement, avec le riz en plus dans les vallées. A plus forte raison qu'au Se-Tchouen occidental, tous nos légumes prospè-

III. — Sous-sol.

Dans la vallée du Yang-Tsé, depuis I-Tchang jusqu'à Sui-Fou et au delà, presque chaque jour en remontant le fleuve sur la jonque, on aperçoit des exploitations de charbon et de minerai de fer. Le charbon forme, avec les calcaires des berges, des couches parallèles. Un peu en aval de Tchong-King existe une grande exploitation de houille et de

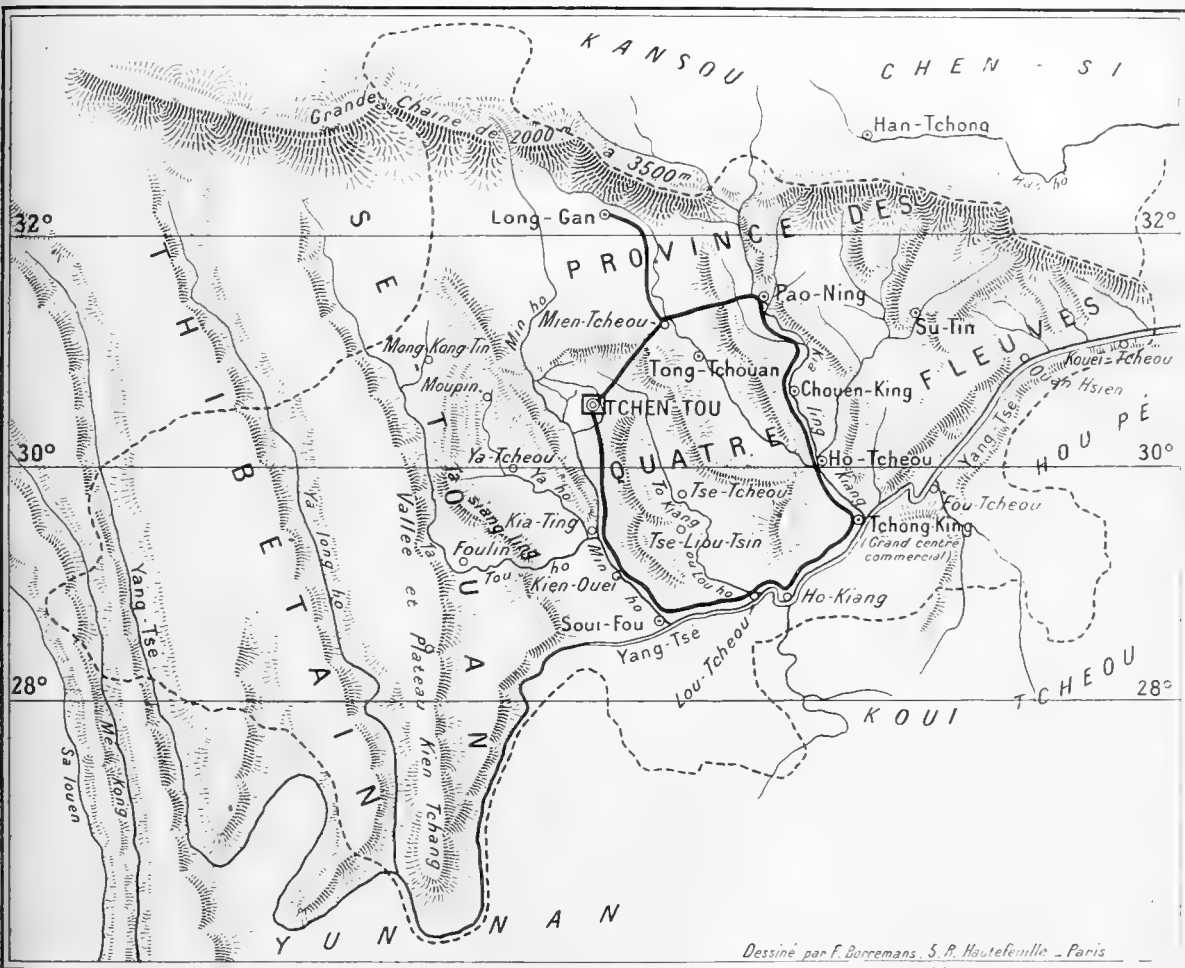


Fig. 1. — Le Royaume Fleuri ou Province des Quatre-Fleuves (Se-Tchouen).

rent ici; nos fruits de même et aussi des variétés des pays sub-tropicaux. Je n'ai jamais vu, sur aucun sol, pareille abondance de produits de toutes sortes. Et il s'en faut de beaucoup que toute la surface arable soit cultivée par l'habitant. Les méthodes du paysan chinois sont insuffisantes, défectueuses, et, si nos agronomes étaient appelés au Se-Tchouen, il leur serait facile de tripler le rendement actuel par une meilleure adaptation des cultures aux différents terrains et la fertilisation de vastes territoires incultes par les procédés de la chimie agricole moderne.

carbonate de fer, disposés en couches alternantes; une grande partie de cette houille descend à I-Tchang et Hankeou, sur le bas Yang-Tsé, pour être vendue aux grands steamers qui le sillonnent. De même, en aval de Sui-Fou, le long des berges, existent des gisements de charbon, les meilleurs du Se-Tchouen : les canonnières anglaises et françaises l'utilisent à l'heure actuelle. En remontant le Min, jusqu'à Kiating, on voit émerger, à l'entrée des vallées latérales, sous les grès rouges qui les bordent, des grès grisâtres renfermant d'excellent charbon. Près de Kien-Ouei, presque à mi-route

entre Sui-Fou et Kiating, la houille aussi abonde; de même près de Tsé-Liou-Tsin.

Plus au Nord, dans les montagnes qui bordent la plaine de Tchentou, nombreuses sont les petites exploitations indigènes; aussi, dans l'Est, autour de Su-Tin, Liang-Chan, etc., et presque partout, le fer accompagne le charbon.

Au Se-Tchouen, si abondante est la houille que l'habitant se borne à gratter la surface des couches sur les pentes des vallées. Il n'exploite pas en profondeur et fait un gaspillage effrayant de toutes ces richesses.

Dans la vallée du Ta-Tou-Hô, j'ai vu les riverains enlever, au pic, les blocs de charbon entre des lamelles schisteuses et ne point fouiller au delà d'un mètre de profondeur.

Malgré sa profusion, le charbon est cher en raison de la difficulté des moyens de transport. Son extraction, comme on s'en est rendu compte, est des plus primitives.

Au Se-Tchouen, on exploite encore du cuivre à Moupin; de l'argent, dans le nord, à Pé-Tsoa-Pa et à Hou-Koua-Tou; de l'or, à Mong-Kong-Ting et du côté de Mien-Ling, au Kien-Tchang. Et si l'on songe que dans tout l'Ouest, principalement dans l'immense vallée du Kien-Tchang, qu'enserme la grande boucle du Yang-Tsé, les formations sont les mêmes que celles des riches gisements miniers du Yunnan, on est en droit de conclure que d'importantes découvertes y seront faites sans tarder.

Je signalerai, pour mémoire, les vastes nappes souterraines salines de Tse-Liou-Tsin, Mien-Tcheou et Pao-Ning, et les « poches de pétrole » qu'on rencontre dans les mêmes parages. Quand ce pétrole sera exploité par nos moyens, après une prospection sérieuse des districts, tout le Se-Tchouen pourra s'éclairer à bon marché.

IV. — VOIES DE COMMUNICATION ET TRANSPORTS.

Les moyens de communication sont les fleuves et les routes : les chemins de fer n'ont pas encore fait leur apparition. Les affluents du Yang-Tsé, le Min et le Kialing-Kiang, véritables fleuves d'un parcours de 800 kilomètres, sont les grandes voies de pénétration dans l'immense province. Malheureusement, à l'époque des basses eaux, c'est-à-dire pendant six mois de l'année, en amont de Kialing, sur le Min, et de Ho-Tcheou, sur le Kialing-Kiang, les jonques sont arrêtées et seuls les sampans peuvent encore circuler. Il en est de même, *a fortiori*, sur les affluents. Comme au Canada, le « portage » devient nécessaire de bief à bief, en raison des seuils et des rapides qui se multiplient, à mesure qu'on remonte au Nord, vers la source. Les eaux sont si basses dans certaines régions que les trans-

ports se font sur des trains de bois ou plutôt de bambous, qu'on lance au fil de l'eau.

D'un autre côté, les Chinois ont négligé de réunir leurs grands cours d'eau par des canaux latéraux, là même où les coupures dans le relief du sol rendaient ce travail facile.

Restent les routes. Mais les grands chemins au Se-Tchouen méritent tout juste le nom de pistes. Ils sont si mal entretenus, si défoncés, que le coolie, le piéton seul peut s'y aventurer avec ses paniers en balançoire, ou encore le petit cheval du pays et le mulet de bât. Aucun véhicule, sauf la brouette, ne pourrait se risquer sur ces pistes. Or, comme les animaux de bât sont très rares au Se-Tchouen, que l'élevage se fait seulement dans quelques districts montagneux, c'est, en réalité, l'homme qui transporte les marchandises au Se-Tchouen, lui qui est la vraie bête de somme. Cette corporation se divise en brouetteurs, porteurs en balançoire, et porteurs sur le dos, dans les Alpes setchouennaises, où ce mode de transport, peu familier au Chinois, est rendu obligatoire par les fortes rampes et pentes qu'il est nécessaire de franchir chaque jour et à chaque moment. Le porteur sur le dos est condamné à l'effrayant labeur de faire parvenir à Ta-Tsien-Len, et jusqu'à Lhasa, le thé et le sel du Se-Tchouen. Il faut l'avoir rencontré sur les sentiers des montagnes comme je l'ai fait, courbé en deux, les flancs battants, la respiration haletante comme celle d'un soufflet de forge, obligé de se reposer toutes les cinq minutes, pour comprendre quel gaspillage d'énergie fait le Chinois depuis des milliers d'années, pour n'avoir pas su tirer parti de son sol et trouver de la terre disponible pour l'élevage.

Je n'ai pas encore parlé des coolies pour voies fluviales, des hâleurs, qui sont légion. Leur rôle, comme le nom l'indique, consiste à trainer les jonques et les sampans qui sillonnent par milliers les fleuves et rivières du Se-Tchouen. Leur métier, à eux, n'est guère pénible et, sauf au passage des rapides et aux « portages », leur effort quotidien est maigre, leur progression fort lente : aussi le transport par eau est-il *très onéreux*.

V. — SITUATION ÉCONOMIQUE ET CRÉATION DES MOYENS DE TRANSPORT.

La situation économique du Se-Tchouen, comme du reste de la Chine d'ailleurs, peut se résumer en deux mots : production très réduite dans toutes les branches de l'exploitation du sol et du sous-sol, stagnation complète de l'industrie et du commerce par absence de voies de communication faciles. Le fils de Hân n'est qu'un agriculteur qui, non seulement ne produit pas pour l'expor-

tation, mais trouve difficilement, dans ses méthodes primitives de culture, les moyens d'assurer son existence au jour le jour. Comme il n'a pas su tirer parti des autres richesses qui l'entourent, que la proportion de ces richesses mise en valeur est *infime*, il n'y a, dans toute la Chine, sauf dans les ports, qu'une circulation d'argent des plus *réduites*. Quant à l'épargne, elle *n'existe pas*, ne peut exister : la lutte pour le riz ou le pain quotidien est trop rude, trop difficile pour permettre des réserves. Comme on le sait, la presse enregistre, presque chaque année, des famines terribles qui fauchent des districts entiers. En vérité, la Chine n'a *jamais pu nourrir* les 400 millions d'hommes qu'on lui prête, encore moins les 550 millions de M. Eugène Simon. Ce qu'il ne faut pas, c'est étudier la Chine dans un port ouvert, à Shanghai ou Canton : les conclusions sont fatalement erronées et quelquefois absurdes.

Pour la création de moyens de transports rapides sur eau et sur terre, le Chinois ne saurait donc se passer des capitaux et de la direction européens. Je le répète, la production est réduite au minimum chez ce prétendu besogneux qu'est le Chinois; aussi la pauvreté est-elle extrême sur son Empire; ce peuple, *économe de sapèques*, est un *gaspilleur de millions!*

Pour donner une idée de l'argent disponible en Chine, je peux citer le chiffre très approximatif du capital souscrit par les principales banques de la métropole du Se-Tchouen, Tchentou, que je connais bien. La plus grosse de ces banques dispose de 200.000 taëls, soit 700.000 francs; dans les villes moins importantes, une maison disposant de 90.000 à 100.000 taëls est l'exception.

Pour la construction des chemins de fer, les capitaux devront donc venir de l'étranger. La main-d'œuvre sera peu coûteuse, et le coolie setchouennais le plus docile de tous les travailleurs chinois. Il faut toutefois le connaître et lui inspirer confiance; sitôt ce pas franchi, il reste acquis à l'œuvre.

La navigation à la cordelle et à la rame, si lente et si coûteuse, est aussi à transformer. La Mission Hourst et les Missions anglaises nous ont appris que, si les rapides en amont d'I-Tchang sont un obstacle sérieux, le bief Kouei-fou-Sui-fou-Kiating, long de 1.100 kilomètres, est praticable toute l'année pour des bateaux à vapeur de moyen tonnage, à fond plat. Si ce projet de transformation, à l'étude en France et en Angleterre, se réalisait prochainement, le commerce du Se-Tchouen en ressentirait une très vive impulsion. Mais notre intérêt est plutôt de favoriser la construction rapide du chemin de fer du Yunnan et de l'amener, dans le plus bref délai possible, jusqu'à la vallée du Haut-Yang-Tsé, pour détourner le courant commercial

actuel s'acheminant vers Shanghai. On le prolongerait directement par la vallée du Min jusqu'à Tchentou, Mien-Tcheou, Long-Gan. Une voie transversale, vers l'est, réunirait la capitale à Pao-Ning, par Tong-Tchouan. De Pao-Ning, la voie descendrait sur Tcheng-King, en suivant la vallée, par Chouen-King et Ho-Tcheou; et de Tchong-King, filant vers l'ouest, réunirait à nouveau au sud les deux bassins du Min et du Kialing-Kiang, drainant ainsi toute la partie la plus riche, la plus peuplée et la plus féconde du Bassin-Rouge.

Dès maintenant, il est question de construire un petit tronçon qui réunirait la capitale à Kiating, à travers la merveilleuse plaine de Tchentou, véritable jardin d'une étonnante fécondité. Ce tronçon serait une « leçon de choses » pour le Setchouennais, qui en demanderait immédiatement l'extension.

VI. — MINES ET MÉTALLURGIE.

Au point de vue minier et métallurgique, tout est à créer, matériel et exploitation.

VII. — RACES.

La race dite chinoise, une et indivisible, n'existe pas. Le peuple d'agriculteurs qui s'installa sur les rives du Wei et du Houang-Hô, il y a des milliers d'années, et qui serait venu, croit-on, de l'Ouest, se trouva en contact avec des races autochtones contre lesquelles il fallut lutter. On doit supposer qu'elles furent surtout repoussées vers le Sud et l'Ouest, non vers le Nord; car les Turks, Tartares, Hiong-nou, dont parlent les annales de l'Empire, furent plutôt envahisseurs que tributaires, et le Chinois ne put jamais en venir à bout. Plus tard, dans sa marche lente pour la conquête des territoires qui constituent, à l'heure actuelle, l'Empire du Milieu, le fils de Hân retrouva au Se-Tchouen, dont les fécondes vallées l'avaient tenté, une des races aborigènes refoulées autrefois, et mélangée avec une autre qui doit avoir été la première occupante de ces plateaux et montagnes.

Quand on parcourt le Bassin Rouge et qu'on se rapproche du Se-Tchouen occidental, vers la vallée du Min et même dans la plaine de Tchentou, on est très frappé par la rencontre de petits hommes trapus, larges d'épaules, au buste allongé, avec jambes courtes, avec traits quelquefois simiesques. J'en ai mesuré un très grand nombre : la taille moyenne pour l'homme est de 1^m,40; pour la femme, de 1^m,30. Un jour, me promenant à cheval dans la banlieue de la capitale, je me rencontrai face à face avec un être bizarre qui se rapprochait plus du singe anthropoïde que de l'homme; le tronc, très allongé, était supporté par des jambes en état de légère

flexion sur la cuisse pendant qu'il se tenait devant moi; les bras étaient fort longs. La face présentait les caractères suivants : crâne étroit à frontal très fuyant; face très développée à prognathisme donnant l'impression d'un véritable museau; nez épaté, à narines largement ouvertes, très relevées; yeux enfoncés sous un rebord orbitaire fortement saillant en avant; peau couleur jaune sale.

Je crois être le *premier* à signaler cet étrange spécimen des temps les plus reculés dans l'âge de l'humanité. J'en ai rencontré un autre à Foulin en mars 1904, ayant les mêmes caractéristiques. J'ai pu le mesurer et prendre l'indice céphalique, qui est de 74.

J'ai retrouvé plus tard, dans cette même plaine de Tchentou, six individus exactement semblables, puis le même type en très grand nombre, mais avec des caractéristiques plus adoucies, appartenant sans doute à une époque moins ancienne. La taille, la charpente osseuse étaient semblables, plus droites cependant, et les traits moins simiesques. Le teint était bronzé, brûlé, plutôt que jaune.

A une troisième époque qu'on ne saurait préciser, mais remontant à plusieurs milliers d'années, est apparu un nouvel élément, une race différente, d'un type supérieur, que je suppose être le peuple vaincu refoulé par l'intelligente nation venue coloniser la vallée du Houang-Hô, par celui enfin que nous appelons le Chinois, le vrai Chinois, celui qu'on ne doit pas confondre avec le Mongol, le Mandchou, le Fokiennois ou le Cantonnaï, malgré tous les mélanges qui se sont fatalement opérés. Cette nouvelle race, repoussée de l'Est vers l'Ouest, dans le Chensi d'abord, puis dans la province du Se-Tchouen, serait, à mon avis, le peuple barbare appelé « Lolos » par le fils de Hân et qu'on ne trouve plus, à l'heure actuelle, à l'état de nation qu'au delà du Min, dans la région alpestre. Ce type est généralement de haute taille, de 1^m,70 à 1^m,80, d'une rectitude parfaite, au tronc conique avec épaules larges, très effacées. Les membres supérieurs et inférieurs sont de proportions harmonieuses et bien développés. Autres caractéristiques: front haut et droit avec face régulière sans *saillie des apophyses zygomatiques*, donnant un ensemble d'un ovale parfait; œil non oblique, plutôt clair que marron, à fente *horizontale*; sourcils très arqués avec plis frontaux inter-orbitaires profonds, affectant, le plus souvent, la forme d'un accent circonflexe; nez fin et busqué, à arête médiane très marquée; bouche bien dessinée, aux lèvres finement ourlées; menton droit, gracieusement arrondi, chez les femmes surtout; cou long et gracile. La couleur de la peau est généralement blanche avec teint très basané. Les jeunes filles présentent souvent un teint rosé sur le front hâlé par le grand air.

L'œil bleu foncé n'est point rare; les cheveux sont noirs et très épais. Le type Lolo pur est un *dolichocéphale*. Les nombreuses mensurations que j'ai pratiquées sur les différents métis m'ont permis de conclure pour eux, au contraire, à la brachycéphalie, et d'autant plus marquée qu'on s'éloigne davantage du type pur.

Cette description s'applique à un type bien défini, mais cette belle race s'est tellement mélangée avec d'autres : avec l'autochtone, d'abord, avec le Chinois, ensuite, qu'on rencontre dans les Alpes setchouennaises et la vallée du Min toutes les transitions, tous les métissages. Et si l'on observe qu'à Tchong-King et surtout la route jusqu'à Tchentou et au delà vers l'Est, c'est-à-dire en *plein Bassin Rouge*, il existe chez l'habitant certaines caractéristiques indéniables du prototype Lolo, qu'au Yunnan et au Kouei-Tcheou il est également signalé, on est obligé de conclure, sur ces données anthropologiques, que cette race vigoureuse, remarquablement douée physiquement, très guerrière, occupa toute la Chine occidentale et probablement une grande partie de la vallée du Houang-Ho et du Yang-Tsé. D'ailleurs, la chaîne des Tsin-Ling, ainsi que les montagnes du Nord qui séparent la vallée du Han de celles du Min et du Kia-Ling-Kiang, présentaient toutes les conditions d'habitat favorites de ce peuple, surtout chasseur. De plus, les vieilles annales chinoises signalent des Lolos au Chensi au *xiii^e* siècle avant notre ère.

Toutefois, il faut se bien garder de confondre le type lolo, que je viens de décrire, avec d'autres races ainsi dénommées, mais inférieures à lui dans l'échelle humaine, qui vivent sur la frontière birmane, au Yunnan et dans certains territoires du Kouei-Tcheou. Celles-ci répondent bien plutôt au type négroïde de la deuxième période que j'ai déterminé tout à l'heure. Les crétins de petite taille signalés dans les montagnes du Kien-Chang et vivant en contact avec le Lolo ne sont pas, à mon avis, autre chose que le type dégénéré de la petite race setchouennaise, refoulée sur les hauts sommets.

Le Lolo est un peuple guerrier, valeureux, toujours prêt à la lutte contre l'envahisseur, le Chinois, qu'il hait d'une haine irréductible. Mais, en dépit de sa vaillance, de la vigueur de ses muscles, il a dû reculer, reculer sans cesse, abandonner ses riches vallées, ses plateaux féconds, pour se réfugier dans les massifs presque inabordables des Alpes setchouennaises. Encore une fois, le cerveau a triomphé du muscle, et le fils de Hân, plus intelligent, mieux organisé, par sa pression graduelle, continue, de civilisé sur un barbare, est venu à bout de son redoutable adversaire. Il y a bien eu des luttes sanglantes, des batailles acharnées où le Lolo était

le plus souvent vainqueur ; mais, la trêve venue, le Chinois retrouvait tous ses avantages, et l'envahissement lent, pacifique, mais incessant, recommençait. Quelques villes fortifiées, construites sur les limites de ces Marches Thibétaines, servaient et servent encore de refuge aux Chinois contre les boutades, les mouvements offensifs du noble vaincu. Cette méthode de *pénétration pacifique* a été la règle chez le fils de Hân ; il n'a jamais été un *vrai guerrier* et, si les hordes mongoles, tartares ou mandchoues l'ont entraîné à certaines époques à la conquête de l'Asie, il est revenu à ses anciennes méthodes sitôt la chevauchée finie. Et l'entraîneur a subi le joug à son tour, dominé de fait par le descendant de ceux qui colonisèrent la vallée du Fleuve Jaune. Le Chinois vaincu a toujours, par sa grande supériorité intellectuelle, dompté, *assimilé* ses vainqueurs.

J'ajouterai quelques mots sur le Lolo et ses caractéristiques morales. C'est une race de chasseurs et de pasteurs plutôt que d'agriculteurs. Ils n'ont point d'industrie ; ils ne savent que tisser le chanvre et la laine, fabriquer quelques grossiers instruments en fer ou en bois. Ils font cependant certains bijoux en argent d'une grande originalité. Ils sont de caractère gai, enjoué et se rapprochent par certains traits de notre race. Ils semblent éprouver une véritable sympathie pour nous et elle est réciproque. Ils prononcent admirablement notre langue, beaucoup mieux que le fils de Hân ; ils n'estropient presque pas de mots. Nous aimions à les rencontrer sur les sentiers des montagnes : ils s'en allaient, jeunes hommes et jeunes filles, joyeux et chantant, une faucille passée à la ceinture, couper le bois ou les herbes dans les taillis. Leur bruyant caquetage, leurs fusées de rire nous accompagnaient longtemps sur la route et nous ne sentions plus la fatigue à ce moment.

Je dois signaler une coutume étrange chez ce peuple : huit à dix jours après le mariage, la femme abandonne l'époux pour retourner chez sa mère ; elle revient après neuf mois environ. Si elle a enfanté, elle reste définitivement avec son mari. Il y a là une raison d'ordre physiologique : le Lolo a sans doute constaté que les rapports sexuels chez la femme enceinte provoquent quelquefois des avortements et il a cru prudent, au moins la première année, de soustraire l'épousée à pareil accident.

Je signalerai aussi un autre trait de mœurs observé chez cette race, qui a totalement disparu de tout l'immense territoire occupé par le fils de Hân : c'est l'idylle en pleins champs. Jamais vous ne verrez un Chinois, à quelque classe sociale qu'il appartienne, se promener dans la ville ou la campagne avec une *épouse* ou une *fiancée*. La femme,

non plus, n'est pas méprisée en pays lolo comme dans le pur Empire : si elle n'est pas à l'état d'esclave (l'esclavage règne chez ce peuple), elle est presque l'égale de l'homme. Elle ne se *bande* pas les pieds, pas plus que l'homme ne porte la *queue*. Et la plus sanglante injure infligée par le vaincu au conquérant est celle de « lou-tsai », c'est-à-dire esclave de Mandchou (on sait que le Mandchou imposa cette coutume lors de la conquête de l'Empire). Les métis setchouennais, et même la petite race, affichent fièrement la queue ; et quand on leur demande leur origine, il se déclarent avec orgueil « Han-tze », c'est-à-dire fils de Hân (Chinois).

Il me reste à parler de la religion du Lolo. Il adore les éléments : ses hautes montagnes, ses glaciers, ses torrents impétueux et les esprits qui y séjournent. Il n'élève cependant pas de « fong-chouï » (vent et eau), tour construite dans toute la Chine près des villes et gros villages, aux génies maîtres de la Nature. Le dragon non plus n'a pas pour lui la terrible puissance occulte que lui attribue le fils de Hân. Et, malgré son voisinage immédiat avec le Thibétain, il n'en a pas subi l'influence religieuse : les disciples de Bouddha sont rares chez le Lolo, et nulle part, pendant mon voyage dans les Alpes setchouennaises, je n'ai rencontré les moulins à prières ou les banderoles flottantes où s'impriment des oraisons. Au fameux pèlerinage d'Omi, la montagne sainte près de Kiating, tant visitée par les pieux Bouddhistes, je n'ai jamais rencontré de Lolo.

J'en ai fini avec l'Aryen ; je décrirai maintenant, en quelques lignes, la mentalité de la petite race négroïde. Ce type inférieur a subi entièrement le joug de ses deux conquérants successifs.

Il est pasteur, agriculteur ou coolie, ne s'élevant jamais au-dessus des plus infimes emplois. Très doux, de caractère timide, sans intelligence, sans moyens d'action, il n'a jamais tenté la résistance contre l'envahisseur. C'est lui, le premier occupant du sol, qui a vécu dans les cavernes que j'ai rencontrées partout dans la vallée du Yang-Tsé, depuis I-Tchang jusqu'à Sui-Fou, le long du Min, du Ta-Tou-Hò, du Ya-Ho, signalées aussi dans tout le nord du Se-Tchouen. Elles sont creusées aux flancs des collines et montagnes escarpées et les plus basses d'entre elles ne sont jamais accessibles autrement qu'avec une échelle de bambou. Au Yunnan et au Kouei-Tcheou, ces habitations primitives ne sont pas moins fréquemment rencontrées. Dans le Se-Tchouen occidental, un grand nombre d'entre elles sont toujours occupées et le resteront longtemps encore.

En résumé, à l'est du Min, dans tout le Bassin Rouge, le Lolo et l'autochtone ont été entièrement

absorbés par le Chinois, qui reste le maître incognito, le dirigeant, le possesseur des principales richesses. C'est lui qui se présente *aux examens* et acquiert les *grades littéraires* qui mènent au *mandarinat*. Le Lolo ou l'autochtone, même métissés de Chinois, restent des ignorants, des subalternes.

Le fils de Hân est, au Se-Tchouen, ce qu'il est partout : très intelligent, doué d'une certaine activité, sobre dans une certaine mesure, sobre de boisson surtout, patient, trop peut-être, jusqu'à l'inertie souvent, insouciant et imprévoyant. Mais il est si bien doué, avec un esprit si délié, une telle passion pour apprendre, qu'on peut avec lui réaliser des merveilles. Les métis setchouennais, je viens de le dire, n'ont pas, eux, toutes ces brillantes qualités intellectuelles ; mais les races s'étant pénétrées durant des siècles ont fatalement les principales caractéristiques des générateurs. Ce mélange a donné une population douce, paisible, polie, d'une grande urbanité pour l'étranger, moins active toutefois, moins entreprenante que le Chinois des provinces orientales. Cette population, surtout agricole, est si tranquille qu'il n'éclaterait jamais de troubles au Se-Tchouen s'il n'y avait quelques groupes d'émigrants venus d'ailleurs, en particulier des Cantonais, des gens du Fo-Kien et du Hounan, tous turbulents, mais dont la proportion est infime pour la masse.

VIII. — POPULATION.

Pour une superficie supérieure de 50.000 kilomètres carrés à celle de la France, le Se-Tchouen ne possède pas, d'après les estimations que j'ai pu faire dans certaines grandes villes pendant deux années, plus de 40 millions d'habitants. On est donc loin des 60 et 70 millions qu'on lui a récemment encore attribués. Je citerai l'exemple frappant du chiffre de la population de Tchentou, la capitale, qui, loin d'avoir le million ou même les 600.000 âmes des plus modestes voyageurs, n'avait, après une longue période de paix, en 1903, que 350.000 habitants intra-muros et 100.000 dans les faubourgs. Ce recensement fut exécuté par ordre du vice-roi Tsen pendant que j'habitais la capitale et le contrôle fut très sérieux, ce qui n'est point la règle en Chine.

Dans tout l'Empire, en raison de la difficulté des communications, les voyageurs suivent généralement certains itinéraires tracés à l'avance ; et, se hâtant d'observer, se hâtant aussi de conclure, déduisent le chiffre total de la population d'après la densité observée dans les vallées où s'entasse le Chinois par nécessité, ne sachant pas vivre ailleurs. Si l'on n'est point un passant, qu'on séjourne dans le pays, on se convainc rapidement que le chiffre

de la population a été grossièrement exagéré, d'autant plus que les guerres civiles, les famines, les inondations, les maladies font beaucoup de victimes. Et, si le Chinois est très prolifique, la mortalité infantile, d'autre part, est considérable par athrepsie, rachitisme, tuberculose, etc.

J'ai parlé de maladies ; je citerai : la fièvre typhoïde, la variole, la tuberculose, le choléra et tout le cortège des affections intestinales dues à la grossièreté de l'alimentation chez la masse du peuple très pauvre¹.

La tuberculose et la variole font beaucoup de victimes, plus que la fièvre typhoïde, sauf quand celle-ci règne à l'état épidémique, ce qui est fréquent. Lorsque éclate une maladie infectieuse quelconque, la contamination est toujours assurée, la dissémination rapide et fatale par les conditions déplorables d'habitat du Chinois, sa malpropreté, son mépris ou, plutôt, son ignorance de toute hygiène. En ce qui concerne la fièvre typhoïde, ses ravages sont dus à l'emploi *constant et unique* de l'engrais humain. Il se transporte dans des seaux en bois rarement étanches, qui sèment toujours un peu de leur contenu dans les rues et sur les routes. L'épandage une fois pratiqué, le paysan patauge dans sa rizière pour piquer le riz à la main et, s'il se lave les pieds en rentrant, il n'a point pour habitude de laver ses mains ou ses vêtements souillés. J'ai tenté bien des fois d'amener certaines familles à opérer la désinfection des fèces par le sulfate de cuivre, mais on négligeait mes conseils pour cette excellente raison que le mélange restait *invendable*.

Les maladies de la peau sont excessivement nombreuses : en France, on compte le nombre des gens qui ont la gale ; au Se-Tchouen et dans toute la Chine, d'ailleurs, on compte ceux qui *ne l'ont pas* !

Pour toutes ces causes que je viens d'énumérer, la population de la province ne dépasse guère 40 millions d'âmes, dont 3 millions de Chinois purs et 4 millions, environ, de Lolos indépendants. La petite race de la deuxième période compte à peine 2 millions d'hommes à l'heure actuelle ; mais son mélange avec le Lolo a donné un type plus beau, un peu plus élevé de taille, dont les traits ont souvent la finesse du générateur aryen. Les métis de cette catégorie forment, d'après mon estimation, 1/8 de la population totale. Le reste est un mélange des trois races, où l'on reconnaît surtout les

¹ Le régime habituel consiste en courges et citrouilles, l'été, et en hân-tsai (légumes sales), l'hiver, additionnés d'un peu de riz, quand c'est possible.

Sur cette question, voir également l'article du D^r E. JEANSELME : Hygiène et vie matérielle en Chine, paru dans la *Revue* du 15 mars 1905, t. XVI, p. 195 et suiv.

caractéristiques des types *Chinois* et *Lolo*. Une insulte qu'on entend fréquemment au Se-Tchouen est celle de *tsa tchong* (*tsa*, divers, varié, et *tchong*, semence); elle est adressée par le fils de Hân, ou celui qui se prétend l'être, aux métis des deux races.

Le type de la première période, si curieux, si ancien, si bas dans l'échelle humaine, que j'ai récemment caractérisé, est très rare dans le Bas-sin Rouge.

C'est la petite race, surtout mélangée avec le *Lolo*, qui forme la portion saine et vigoureuse de la population. Le maître, le Chinois, et le métis qui se rapproche le plus de lui, sont en pleine décadence physique et morale. L'opium fait parmi eux des ravages effrayants et, malheureusement, ce vice se répand de plus en plus dans toutes les classes de la société. L'ouvrier des champs y échappe encore, mais l'ouvrier des villes et le coolie famélique s'y adonnent chaque jour davantage, souvent, hélas! pour tromper leur faim, leur misère qui est si grande.

Oui, la race chinoise est en pleine décadence : la population a, non seulement, cessé de croître, mais elle diminue. Je le sais d'après mes observations personnelles et celles des missionnaires qui tiennent un état civil pour leurs chrétiens depuis trois siècles.

J'ai vécu en contact avec les différentes races du monde et, nulle part, je n'ai vu misère physiologique égale à celle que j'ai observée en Chine : c'est bien la décadence, la vieillesse d'une grande nation, se hâtant vers la fin par l'opiumanie.

IX. — CONCLUSIONS.

Comme conclusion, je dirai que, dans cette riche

et si féconde province du Se-Tchouen, où l'exploitation du sol et du sous-sol est encore dans l'enfance, tout, en vérité, est à transformer, sinon à créer. Les moyens de transport surtout, par leur insuffisance absolue, leur cherté, doivent attirer, avant tout, l'attention. La question des chemins de fer sera plus facile à résoudre qu'on ne pense si l'on sait s'y prendre : la classe dirigeante comprend déjà qu'elle n'a rien à perdre à cette transformation; et le coolie, dont le salaire augmentera, ne fera aucune opposition sérieuse. Avec des moyens de transport faciles, l'exploitation rationnelle du sous-sol sera possible, avec toutes les industries qui s'y rattachent.

La production des textiles, et en particulier de la soie, suivant les procédés modernes, peut devenir une abondante source de profits pour nous et l'habitant.

On le voit : il y a là, dans un pays au climat tempéré, aux ressources alimentaires abondantes, tout un vaste champ à exploiter. Et, dans cette transformation économique qui s'offre à l'énergie française, le rôle des Écoles sera prépondérant, parce que c'est la meilleure préparation, le meilleur moyen d'influence assuré près des Chinois. Nous avons déjà créé dans cette région des Écoles de français et, en particulier, une École de Médecine, où se forment, à l'heure actuelle, de jeunes mandarins qui seront les meilleurs auxiliaires de nos ingénieurs et industriels⁴.

D^r A.-F. Legendre.

⁴ Sur cette question de notre rôle en Chine, on consultera encore avec fruit l'article de M. JEAN HESS : Les éléments scientifiques de la transformation de la Chine, paru dans la *Revue* des 30 juin 1900, p. 775 à 787, et 15 juillet 1900, p. 844 à 855.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Baumgartner (F.). — Manuel du Constructeur de moulins et du Meunier. — Traduit de l'allemand par M. Paul Schoren; tomes II et III. Ch. Béranger et C^e, éditeurs. Paris, 1905.

Un de nos ingénieurs français, M. Paul Schoren, a entrepris la traduction des trois volumes qui constituent le manuel, fort connu et apprécié en Allemagne, de M. Baumgartner, qui a écrit le troisième volume en collaboration avec M. Graf. Nous avons signalé aux lecteurs de cette *Revue* l'apparition du premier tome¹, celui qui est relatif à la description proprement dite des appareils de meunerie, instruments de nettoyage, de broyage, de blutage et de convertissage. — Le tome II nous fait entrer dans le moulin, et nous indique de quelle façon les appareils doivent être disposés pour répondre au travail que l'on s'est proposé de faire, c'est-à-dire au *diagramme de mouture* qui a été établi; il nous suppose constructeurs de moulins et nous dit comment les greniers à blé et les bâtiments qui abritent les appareils doivent être construits, depuis les fondations jusqu'aux toitures, en passant par les planchers, les portes, les fenêtres et même les escaliers; cette partie regarde surtout l'architecte technique. — Le tome III admet le moulin en marche. Les céréales qui y entrent y sont étudiées tant au point de vue de leur constitution que de leurs altérations; puis nous assistons aux diverses opérations d'emmagasinage, de nettoyage, de blutage, etc., au moyen des appareils que nous connaissons, dans les différents étages et bâtiments que nous avons parcourus, et nous nous trouvons enfin devant les farines et les issues, dont l'auteur examine les qualités, les altérations, la valeur marchande.

Tel est le plan qui se dégage de la lecture attentive du gros ouvrage de M. Baumgartner; il est un peu lourd, comme le sont les plans de tous les ouvrages techniques qui nous viennent de l'Allemagne; mais il est nourri, rempli de données intéressantes dont le constructeur de moulins devra tenir le plus grand compte.

Nous nous étions permis de critiquer la préface du tome I, dans laquelle le traducteur semblait mettre nos constructeurs français dans un état d'infériorité trop marqué vis-à-vis des constructeurs étrangers; nous avons été heureux de le voir, dans sa préface du tome III, revenir sur la mauvaise impression qu'il avait pu produire auprès des lecteurs qui avaient eu le livre entre les mains; il faut reconnaître évidemment que ceux-ci font aujourd'hui même une terrible concurrence à ceux-là; mais n'est-ce pas le procès que l'on peut faire à tous nos constructeurs d'appareils, quand ces appareils doivent être établis au plus bas prix? Si l'industrie automobile a réalisé, chez nous, un si remarquable développement, c'est qu'elle s'adresse à une clientèle riche, qui paie son luxe; nos constructeurs d'appareils de meunerie ont une valeur industrielle tout aussi grande que nos constructeurs d'automobiles; mais ils produisent des appareils à la limite de prix que la concurrence leur impose; obligés de se débattre en face d'une main-d'œuvre exigeante, de matières premières de prix élevés, de lois et de règlements administratifs, ils se trouvent amoindris devant leurs concurrents tant sous le rapport de leur production que sous celui de l'esprit d'invention, si nécessaire au renouvellement du matériel et à l'économie du travail.

C'est ce que M. Schoren a compris et ce que nous sentons tous. Espérons que cet avertissement permettra à nos constructeurs de lutter encore.

En tout cas, l'industrie meunière sera reconnaissante à M. Schoren d'avoir mis à sa disposition cette traduction très consciencieuse du livre de M. Baumgartner.

L. LINDET.

Professeur à l'Institut national Agronomique

Mortimer-Mégret (Comte). — Les Perfectionnements automobiles en 1905. — 1 vol. album de 247 pages (Prix : 8 fr. 50). A. Desforges, éditeur. Paris, 1905.

Bien qu'il ne date à peine que de dix ans, l'automobilisme n'en est déjà plus à l'âge héroïque, et les Salons annuels qui se suivent et se dépassent en magnificence ne révèlent plus de changements sensationnels. A part ceux que les deux dernières expositions nous ont montrés dans le domaine de la carrosserie, et qui nous ont prouvé que cette dernière est décidément entrée dans les nécessités d'un confort qu'elle avait trop longtemps ignoré, bien des changements de détail dans les mécanismes sont restés insoupçonnés des non initiés.

Pour ces derniers, avec une incontestable compétence, le comte Mortimer-Mégret les a fouillés et en a dressé un intéressant tableau.

Dans une première partie, sont étudiées dans leurs lignes générales les voitures des maisons les plus importantes. Bien que la liste en soit assez longue, il est peut-être permis d'y regretter l'absence de marques aussi connues que celles de Mors, Peugeot, Delahaye, Hotchkiss, dans la construction française; Mercédès, Napier, dans la construction étrangère.

Dans une seconde partie, qui constitue la véritable synthèse des perfectionnements nouveaux, ces perfectionnements sont décrits par organes : le moteur, les soupapes, l'allumage, le refroidissement, le carburateur, la transmission, les freins, le châssis, les bandages, l'éclairage y sont successivement étudiés. Les tendances générales de la construction actuelle y sont bien définies.

Cette construction s'uniformise en somme beaucoup, et l'on peut se demander si le maintien du Salon annuel est chose vraiment désirable. On est effectivement en droit de trouver qu'il fait à la mode une trop grande part dans la direction du mouvement automobile. Un constructeur se croirait déshonoré d'exposer deux années de suite un même châssis, et une liste ne serait pas difficile à dresser pour un spécialiste des changements qui n'ont de perfectionnement que le nom.

Si l'on veut maintenir le Salon annuel, au lieu de le rendre biennal ou même triennal, il conviendrait d'en avancer la date de deux mois. En effet, tant qu'il y aura un Salon, les clients ne voudront acheter que le type de l'année et les constructeurs ne se mettront à fabriquer ce type qu'après l'exposition, afin de le doter des derniers changements que la mode aura consacrés. Qu'une grève vienne, comme cette année, retarder la fabrication, et les nouveaux châssis ne seront livrés qu'au cœur de l'été, beaucoup trop tard pour que les acheteurs en profitent comme ils auraient le droit de le faire.

Mais le Salon automobile est devenu une attraction parisienne dont il est peut-être difficile de déplacer la date dans le calendrier mondain. S'il nous reste chaque année, souhaitons que le comte Mortimer-Mégret nous en dresse toujours le bilan.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

¹ Voir la *Revue* du 15 juillet 1904, p. 660.

2° Sciences physiques

Lehmann (O.), *Professeur à l'École technique supérieure de Karlsruhe.* — **Flüssige Krystalle (Cristaux liquides).** — 1 vol. in-4° de 264 pages avec 483 figures dans le texte et 39 planches en héliogravure (Prix : 25 fr.). Engelmann, éditeur. Leipzig, 1905.

Sous cette dénomination, étrange au premier abord, le Professeur Lehmann désigne l'état physique de certaines substances, dont il a fait une étude très approfondie et dont les propriétés sont très curieuses. Les substances susceptibles de prendre cet état particulier sont en nombre d'ailleurs très restreint et sont toutes des composés organiques (benzoate de cholestérine, acétate et propionate de la même base, oléates alcalins, oléates de mono, di et triméthylamine, éther éthylique de l'acide paroxybenzoïque, le paroxyphénétol, le paroxyanisole, l'éthylméthylazoxyanisole).

Il y a lieu de distinguer les cristaux semi-fluides et les cristaux liquides (*flüssende* et *flüssige Krystalle*). Les premiers présentent encore des traces de délimitation polyédrique, mais avec des arêtes et des angles arrondis par l'effet de la tension superficielle. Les autres, quand ils sont soustraits à toute action extérieure, prennent une forme exactement sphérique.

C'est sous le microscope qu'on étudie ces phénomènes, et le Professeur Lehmann a imaginé un dispositif qui permet de porter la préparation à la température convenable, sur la platine même de l'instrument.

Cristaux semi-liquides. Ces cristaux (ceux d'oléate d'ammonium, par exemple) se déforment aisément, sous l'action de forces minimes. On peut réaliser ces déformations en faisant glisser légèrement la lamelle couvre-objet sur la préparation. Quand on ramène le couvre-objet à sa position primitive, le cristal déformé reprend sa forme première. En répétant plusieurs fois cette manœuvre, on arrive à donner à tous les cristaux la même orientation (homéotropie forcée). Si la force déformante est normale à la longueur du cristal, celui-ci se déforme sans que ses propriétés optiques changent, comme s'il était formé d'un faisceau de fibres parallèles. Les directions d'extinction dans un cristal courbé restent celles des rayons de courbure.

Deux cristaux qui viennent en contact prennent immédiatement la même orientation et se confondent en un cristal optiquement unique, mais qui conserve un renflement à l'endroit de la suture. Cette greffe peut se reproduire plusieurs fois, et il se forme ainsi de longs cristaux présentant des renflements, en nombre égal à celui des cristaux qui se sont greffés sur le premier. Lorsque les deux cristaux viennent en contact sous un angle très voisin d'un angle droit, ils se réunissent en gardant leur orientation et forment une **macle**.

Ces mouvements de réunion des cristaux sont extrêmement rapides et ne peuvent que très difficilement être photographiés.

Les cristaux semi-liquides agissent sur la lumière polarisée : mais leur examen demande une certaine attention, car il se produit fréquemment des apparences dues à la simple réfraction et qui simulent les phénomènes de polarisation.

Au contact des solides, un cristal semi-liquide prend une forme analogue à celle que prendrait dans les mêmes conditions une goutte de liquide.

Si deux substances cristallisant ainsi et isomorphes sont en contact, les cristaux se forment plus lentement et sont plus petits dans la zone mixte : c'est un caractère qui appartient à la plupart des mélanges isomorphes.

Quand les cristaux semi-liquides proviennent d'une transformation de cristaux ordinaires, ils ont une orientation déterminée par rapport aux cristaux primitifs.

Cristaux liquides. On chauffe sur la platine du microscope un petit cristal de paroxyphénétol jusqu'à

134° environ. Le cristal se transforme en un autre, biréfringent aussi. En appuyant sur le couvre-objet, on se convainc que ce nouveau cristal est liquide. A 165°, la fusion apparente se produit, c'est-à-dire que la substance devient un liquide monoréfringent.

Si l'on noie le cristal dans l'huile ou la colophane fondue de manière qu'il n'adhère plus aux lamelles, il prend la forme sphérique sous l'action de la tension superficielle. Ce cristal isolé est parfaitement transparent, comme une goutte liquide. Il s'en distingue en ce que son aspect change avec son orientation. Pour une certaine position (première position principale), on aperçoit en son centre un point brillant ou obscur, entouré d'une auréole grisâtre; si on le fait tourner de 90° autour d'un axe horizontal, ce noyau central prend la forme d'une lentille dont les bords reposeraient sur la périphérie de la sphère (deuxième position principale). Jamais ces cristaux ne présentent de contour polyédrique, même simplement esquissé : ils ne possèdent pas trace d'élasticité permanente.

Le cristal liquide a mêmes directions optiques que le cristal solide dont il provient : mais les indices et la biréfringence de la première forme sont plus petits que ceux de la seconde. Les propriétés optiques permettent, d'ailleurs, de faire rentrer des cristaux liquides dans la classification cristallographique usuelle.

En lumière polarisée (sans analyseur), le cristal liquide (dans la première position principale) paraît partagé en quatre secteurs alternativement blancs et jaunes, dont la disposition varie suivant que le polariseur est au-dessus ou au-dessous de la préparation. On retrouve la même disposition en faisant tourner le polariseur de 90° en même temps qu'on le change de dessus en dessous.

Entre deux nicols croisés, l'aspect est à peu près le même. Mais, en plus, sur les préparations minces, apparaît une croix noire dont les branches sont parallèles aux sections principales des nicols : cette croix noire devient blanche quand on interpose une lame quart d'onde.

Ces observations tendent à faire supposer que les molécules sont disposées en cercles autour d'un axe perpendiculaire au plan de vision dont le noyau central représente les traces.

Les aspects du cristal en deuxième position principale correspondent à une disposition des molécules en files parallèles au plan de vision, ce qui se concilie avec ce qui précède.

Il est assez remarquable que, dans les préparations épaisses, les cristaux-liquides se présentent presque toujours dans la première position principale et dans les préparations minces dans la deuxième position. Le passage de l'une à l'autre est très rapide et les positions intermédiaires très rares.

En venant en contact, deux cristaux liquides se réunissent en un seul dont la forme est exactement sphérique, mais dans lequel chacun des individus primitifs conserve d'abord sa structure particulière. L'arrangement moléculaire répond alors le plus souvent à un système de lemniscates, entourant les deux noyaux primitifs : le centre de ces lemniscates apparaît comme un noyau nouveau, mais se distingue des autres en ce que son auréole, au lieu d'être circulaire, est quadratique (point de convergence).

Lorsqu'un plus grand nombre de cristaux se réunissent, le nombre des points de convergence est toujours inférieur d'une unité à celui des noyaux primitifs.

La structure de ces cristaux complexes n'est, d'ailleurs, jamais très stable.

Les déformations des cristaux liquides provoquent des modifications dans leur structure et leurs propriétés optiques. Si l'on chauffe un de ces cristaux, écrasé entre les deux lamelles de verre, il se dissout peu à peu et, par suite des courants calorifiques, c'est dans la partie centrale que la diminution d'épaisseur est la plus rapide : il s'y forme un trou qui s'élargit de

plus en plus. Le cristal sphérique se transforme en un anneau, et cet anneau se résout lui-même en cristaux sphériques plus petits. Ou bien encore, quand le cristal se trouve dans la première position principale, par suite de l'adhérence de la préparation au verre, le noyau central s'étire en forme de filament.

Le noyau central semble représenter les traces de l'axe de symétrie autour duquel les molécules seraient distribuées en rayons.

Quand on observe les cristaux dans leur deuxième position principale, on trouve qu'ils sont animés d'un mouvement de rotation constamment dirigé dans le sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre. Ce mouvement subsiste même quand les cristaux sont pressés les uns contre les autres de manière à prendre un contour hexagonal. La constance du sens de cette rotation indique que les molécules sont hémimorphes.

Il existe des cristaux liquides mixtes de substances isomorphes et leur formation est accompagnée d'une diffusion des deux substances l'une dans l'autre.

En ajoutant à une substance susceptible de former des cristaux liquides une proportion croissante d'une autre substance formant des cristaux semi-liquides, on voit les cristaux liquides diminuer de volume, et tendre à prendre un contour polygonal, le nombre des côtés ne dépassant jamais 6.

Deux de ces cristaux se réunissent souvent pour en former un ellipsoïde, un ovoïde ou un cylindre terminé par deux pointes. Puis ces cristaux doubles s'assemblent par macles régulières et constituent des réseaux ressemblant à des mosaïques.

Tels sont, brièvement résumés, les faits, à coup sûr très curieux, observés par le Professeur Lehmann, avec beaucoup de patience et d'ingéniosité (p. 4-85).

Jusqu'à quel point ces faits justifient-ils l'interprétation qu'en a donnée ce physicien et la dénomination qu'il a choisie? C'est cette question que traite l'auteur dans la deuxième partie de l'ouvrage, laquelle est pour ainsi dire un résumé de la Physique moléculaire. Au fond, il s'agit surtout, en effet, d'une question de définition. Avant de décider si les corps étudiés sont réellement des cristaux liquides, il est indispensable de savoir ce qu'on entend par cristal et ce qu'on entend par liquide. De prime abord, la réponse ne paraît guère embarrassante, et de fait, dans la plupart des cas, ne soulève aucune difficulté. Mais il existe aussi nombre de corps dont l'état physique n'est pas aussi aisé à caractériser. Ce n'est pas le lieu d'entrer dans la discussion complète des caractères des cristaux et des liquides. Bornons-nous à faire remarquer que tous ces caractères ne s'excluent pas nécessairement, étant entendu par là qu'un corps peut posséder, *jusqu'à un certain degré*, simultanément quelques-unes des propriétés des corps cristallisés et quelques-unes des propriétés des corps liquides.

Par exemple, la forme extérieure d'une certaine masse de substance est déterminée par un ensemble de forces : en premier lieu les forces moléculaires intérieures et les forces moléculaires superficielles (tension superficielle). Si les premières sont prédominantes et les autres négligeables, nous obtenons les cristaux proprement dits. Si la tension superficielle l'emporte de beaucoup, nous avons les liquides, qui, soustraits à toute force extérieure, prennent la forme sphérique. Mais, entre ces deux cas extrêmes, rien ne nous empêche de concevoir des cas intermédiaires, dans lesquels les deux systèmes de forces dont nous venons de parler sont de grandeur comparable : le corps, tout en gardant une structure cristalline, possédera une plasticité se rapprochant de celle des liquides, et, en particulier, la tendance à prendre, sous l'action de la tension superficielle, une surface extérieure minimum.

Il faut distinguer aussi entre ces degrés intermédiaires de plasticité, représentés par des substances différentes, et le passage continu d'une seule et même substance de l'état solide cristallisé à l'état liquide. L'existence des premiers n'implique nullement celle du

second, contre laquelle se prononce M. Tammann : il semble difficile, en effet, comme il le fait observer, de concevoir le passage continu d'un état isotrope à un état anisotrope.

Pour la discussion approfondie de ces questions, dont on ne saurait nier l'intérêt, nous ne pouvons que renvoyer le lecteur à l'ouvrage même de M. Lehmann. Il y trouvera, en outre, reproduites un grand nombre de photographies dues à l'auteur et sur lesquelles peuvent s'observer une notable partie des phénomènes qui ont été signalés ci-dessus.

M. LAMOTTE,
Professeur adjoint
à l'Université de Clermont-Ferrand.

3° Sciences naturelles

Bourdon (B.). — La Perception visuelle de l'Espace. — 1 vol. de 460 p. et 142 fig. Bibliothèque de Pédagogie et de Psychologie (Prix : 12 fr.). Schleicher frères, éditeurs, Paris.

Voilà un livre dont la plus grande partie est consacrée à la science expérimentale, et qui est écrit par un professeur de Philosophie de l'Université de Rennes. C'est là un signe des temps, une manifestation de cet état d'esprit moderne, qui n'admet plus les songeries sans base dont se composait la plus grande partie de la Philosophie classique, et qui comprend que l'expérience est le seul guide, même dans ce qu'on est convenu encore d'appeler Psychologie. C'est l'étude de la cellule vivante qui amène peu à peu les biologistes à se faire quelques notions précises au sujet des organismes supérieurs; c'est seulement l'étude expérimentale des réactions élémentaires de nos organes des sens qui pourra amener peu à peu une connaissance exacte des fonctions si complexes de ce dédale de cellules, si délicatement spécialisées, qui constituent le cerveau humain. Le jour où cette évolution, dont nous entrevoyons l'accomplissement, sera terminée, on peut dire qu'il n'y aura plus de Psychologie, au sens que nos pères, et même quelques-uns de nos frères aînés, attachaient encore à ce mot; il n'y aura alors qu'une branche de plus à la Physiologie.

M. Bourdon s'est attaqué, lui, philosophe, à un terrain déjà longuement préparé par des physiologistes et physiciens, Purkinje, Helmholtz, Hering, Fechner, Donders, pour ne citer que les plus illustres parmi les morts, et il a complété en beaucoup de cas, par des expériences ingénieuses, les résultats obtenus par ses devanciers. Son livre est un commentaire de l'œuvre fondamentale en cette matière : la seconde partie de l'Optique physiologique d'Helmholtz. Il l'a dégagée de ce qui, à mon avis, l'encombre d'une manière souvent gênante : c'est la polémique entre Hering et Helmholtz au sujet des théories empiristrique et nativistique. Peut-être même n'est-il pas assez parlé de cette désunion célèbre. J'aurais aimé à lire une ou deux pages sur ce sujet après les observations sur les aveugles-nés, après le dernier chapitre du livre sur la vue, le toucher et les mouvements des membres, où sont relatées rapidement une observation de Duchenne de Boulogne sur le cas de la jeune fille anesthésique qui ne pouvait remuer ses membres que quand elle le voyait, et les expériences de Stratton sur les associations nouvelles qui se forment dans le cerveau quand l'observateur passe plusieurs jours en ne regardant que des images renversées. Là auraient pu trouver place bien d'autres faits : d'abord, les observations d'ataxiques; puis toutes celles que les oculistes connaissent bien, de la relation nouvelle qui se crée en quelques jours entre la convergence et l'accommodation chez les amétropes corrigés; enfin, la mention de la facilité avec laquelle les microscopistes et les astronomes arrivent à diriger les mouvements renversés qu'ils produisent dans le champ de leur instrument.

L'auteur rapporte un grand nombre d'expériences faites par lui-même pour vérifier ou compléter les données accumulées par ses prédécesseurs. Citons ses

mesures sur l'acuité stéréoscopique, sur l'exactitude de la notion d'horizontale, de verticale, de médian, sur l'appréciation de la grandeur des objets célestes. Dans tous les cas délicats, il donne les opinions des uns et des autres, et complète ce qu'il dit par son avis personnel, basé sur la répétition ou la perfectionnement des expériences classiques. On peut parfois ne pas partager entièrement l'avis de l'auteur, on ne peut pas ne pas lui reconnaître le mérite d'avoir indiqué, sur toutes les questions qui ont trait à la notion d'espace, les faits expérimentaux essentiels, et de les avoir discutés soigneusement. Certes, l'auteur emploie bien encore parfois, en certaines circonstances, un langage analogue à celui de la vieille philosophie, et cela dérouté un peu ceux qui cherchent dans son livre la documentation scientifique véritable, mais je me hâte d'ajouter que la documentation scientifique véritable s'y trouve, et que c'est là l'essentiel. Ainsi le chapitre du mouvement des yeux est exposé avec une parfaite clarté, ce qui n'est pas facile, et le chapitre des illusions d'optique est d'une excellente ordonnance.

M. Bourdon me pardonnera si je relève dans son livre une erreur matérielle. Je lis, page 23, la définition du plan principal d'un système centré : « Tout rayon, après avoir rencontré le premier plan principal, suit, jusqu'au point où il rencontre le second, une direction parallèle à l'axe. » Ceci est absolument faux; physiquement, le rayon suit un trajet qui peut être quelconque, et le plan principal n'est pas un plan où se produit un brisement du rayon. La parallèle à l'axe dont parle M. Bourdon, et qui se trouve sur toutes les figures, est une simple ligne de construction.

En somme, malgré quelques défauts, le livre de M. Bourdon est utile à consulter pour tous ceux qui s'occupent de la physiologie de la vision. Il aborde la science avec les qualités et les défauts d'un esprit imbu de philosophie, et certains passages choquent un peu ceux qui ont suivi le chemin contraire. Dans ces circonstances, deux lignes de conduite s'ouvrent devant nous : ou bien de recommencer la scène de Vadius et Trissotin, ou bien de chercher un éclaircissement mutuel dans des vues différentes. C'est ce dernier parti qui me semble le plus sage; aussi je promets à M. Bourdon, tout en étant décidé à rester séparé de lui sur beaucoup de points, de consulter souvent son livre.

ANDRÉ BROCA,
Professeur agrégé à la Faculté
de Médecine de Paris.

4° Sciences médicales

Darembert (Dr G.), *Correspondant de l'Académie de Médecine. — Les différentes formes cliniques et sociales de la Tuberculose pulmonaire. — 1 vol. in-8° de 400 pages. (Prix : 6 fr.) Masson et Co, éditeurs. Paris, 1905.*

Un très grand charme se dégage du livre de M. Darembert. Je sais bien que le mot charme n'est pas à sa place dans l'analyse d'un ouvrage scientifique, et cependant c'est bien l'impression que laisse sa lecture. Est-ce parce que ce livre ne ressemble à aucune des innombrables publications que nous devons au mouvement antituberculeux? Est-ce parce que l'auteur a su y mettre une note à la fois personnelle et originale, note qui manque presque toujours dans les ouvrages similaires? On ne saurait préciser.

Écrit dans une langue impeccable et limpide, le livre de M. Darembert met les sujets qu'il traite à la portée de tout le monde. A mon avis, un tuberculeux intelligent, qui a été mis au courant de son mal et sait à quelle condition il peut guérir, aura tout intérêt à feuilleter ce livre.

Cependant, le titre de ce livre indique nettement que c'est aux médecins que M. Darembert destine son ouvrage. Et, de fait, les deux tiers de ce livre sont consacrés à des questions d'ordre strictement médical

concernant les formes cliniques, le pronostic et le diagnostic de la tuberculose. Les chapitres concernant ces questions sont illustrés par de nombreux exemples qui valent infiniment mieux que d'arides descriptions tenant des pages entières. Et nul doute que le médecin, même strictement praticien, ne lise avec plaisir et n'apprécie les pages dans lesquelles M. Darembert expose la psychologie des tuberculeux, leur esprit et leur cœur, leur hygiène, les exercices qui leur conviennent, le repos dont ils ont besoin, etc.

La seconde partie du livre de M. Darembert est consacrée à la tuberculose considérée comme maladie sociale. Ces causes sont résumées dans la phrase par laquelle débute cette partie : la tuberculose est surtout la maladie des pauvres. Cela étant, M. Darembert ne pense pas qu'on puisse combattre le fléau autrement que par des demi-mesures, et dans ces conditions tout exclusivisme lui paraît une marque d'esprit médiocre. Aussi M. Darembert trouve-t-il que les sanatoria populaires ne sont pas une chose abominable et qu'en principe ils valent peut-être mieux que les sanatoria de fortune qui peuvent devenir un foyer de contamination. Il pense donc que, pour guérir, le tuberculeux pauvre devrait passer six mois au sanatorium et deux ans dans une ferme de cure.

Dr R. ROMME,
Préparateur à la Faculté de Médecine.

Guiraud (Dr), *Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Toulouse. — Manuel pratique d'Hygiène à l'usage des médecins et des étudiants, 3^e édition revue et augmentée. — 1 vol. in-8° de 1050 p. (Prix : 12 fr.) Steinheil, éditeur, Paris, 1905.*

Le Manuel du Professeur Guiraud en est à sa troisième édition, et grâce à la rapidité avec laquelle se sont succédés ces trois publications, ce livre, destiné aux étudiants en médecine et aux docteurs, s'est toujours maintenu au courant des progrès que font les sciences qui se rattachent à l'Hygiène. Cette dernière édition est très augmentée : les lacunes que l'on avait pu constater dans les deux premières sont largement comblées, et l'auteur, avec le concours de l'éditeur, n'a pas hésité à donner à ce Manuel une ampleur telle qu'il devient un véritable traité. L'esprit libéral du professeur de Toulouse se retrouve à chaque page dans son livre, et ce n'est pas un de ses moindres attraits; il n'est pas de livre scientifique où, en effet, la personnalité morale de l'auteur ne puisse mieux éclater que dans un ouvrage d'Hygiène.

On conçoit que nous ne puissions donner un aperçu de l'ensemble de l'ouvrage : un manuel ne s'analyse pas, à moins de faire une nomenclature sèche de la table des matières. Nous nous contenterons de signaler, parmi les meilleurs chapitres, celui de l'hygiène scolaire. En France, l'hygiène scolaire est presque complètement inconnue des gens de métier et, ajoutons, des médecins qui, par leurs fonctions, sont appelés chaque jour à surveiller les écoles. Aussi, moins optimiste ou moins bienveillant que le professeur de Toulouse, qui déclare (p. 808) que, dans les internats, lycées, écoles normales, le service médical est bien organisé et ne laisse, en général, rien à désirer, demandons-nous que l'Université se montre plus attentive aux conditions hygiéniques dans lesquelles vivent ses pupilles.

La législation sanitaire est admirablement résumée, et nous pensons que les élèves de Toulouse doivent connaître, avec un tel enseignement, les principales dispositions législatives qui intéressent le médecin. Il faut avouer que, malgré les ouvrages mis à leur disposition, 90 % des étudiants de quatrième année ignorent encore que la revaccination est désormais obligatoire en France.

Dr J.-P. LANGLOIS,
Professeur agrégé à la Faculté de
Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 Octobre 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Rémoundos étudie les fonctions ayant un nombre fini de branches dans tout le plan (algébroides) et démontre, en particulier, le théorème suivant : Il est impossible d'avoir deux nombres finis doublement exceptionnels, quelle que soit la transcendante algébroïde considérée. — M. Auric communique ses recherches sur le calcul d'une arche en maçonnerie. — MM. Bourget et Montangerand ont observé à Guelma l'éclipse totale de Soleil du 30 août. Ils ont confirmé les relations connues entre la forme de la couronne et la période d'activité solaire. — M. J. Comas Sola a observé la même éclipse à Vinaroz (Espagne).

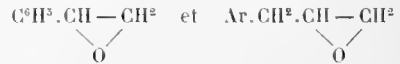
2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Rogovsky a constaté que, à cause de l'échauffement produit par des courants très faibles, avant que la chaleur dégagée par eux devienne suffisante pour arracher la couche d'eau adhérente, la résistance des fils d'argent plongés dans les liquides, déterminée à de faibles courants, correspond à une température supérieure à celle des liquides. — M. G.-M. Stanoieévitch propose, pour remédier aux inconvénients des paratonnerres dits à cornes, d'en remplacer les tiges par des surfaces étroites dentelées en dents aiguës, de façon à ajouter à l'effet habituel l'action des pointes. — MM. R. Fosse et L. Lesage ont préparé de nouveaux sels doubles du dinaphtopyryle avec le platine, le plomb, le fer, le zinc, l'étain, le bismuth, l'arsenic et l'antimoine. — M. J. Effront a étudié le développement de l'amylase pendant la germination des grains : le pouvoir saccharifiant augmente irrégulièrement avec la durée de la germination et, après avoir atteint son maximum, diminue graduellement ; le développement du pouvoir liquéfiant est plus lent, mais plus régulier, jusqu'à ce qu'il arrive à son maximum, auquel il se maintient assez longtemps. — M. L. Maquenne montre que la constance de poids d'une matière végétale, après quelque temps de séjour à l'étuve dans l'air commun, ne peut être, à aucune température, considérée comme un critérium de dessiccation parfaite. La dessiccation absolue de ces substances ne peut être réalisée, même à haute température, que dans un milieu dépouillé de vapeur d'eau (courant d'air sec à 100°-120°).

3° SCIENCES NATURELLES. — M. M. Ringelmann a déterminé le travail mécanique fourni par les bœufs de race limousine. La plus forte paire de bœufs (4 ans et demi) a été capable de fournir, en travail normal, un effort moyen de 317 kilogs à une vitesse moyenne de 0^m,60 par seconde, soit une puissance mécanique utilisable de plus de 190 kilogrammètres par seconde. — M. C. Levaditi a trouvé, chez une série de papillons du ver à soie, en Roumanie, un nouveau flagellé parasite, qu'il décrit sous le nom d'*Herpetomonas bombycis*.

Séance du 23 Octobre 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Poincaré présente un Rapport sur un Mémoire de M. Bachelier : Probabilités continues, où l'auteur étudie quelques questions relatives à la théorie du jeu. — M. F. Riesz communique ses recherches sur les ensembles discontinus et démontre que tout ensemble discontinu, situé dans un plan, fait partie d'une courbe continue sans point multiple située dans ce plan. — Dom F. Jehl adresse ses observations de l'éclipse solaire du 30 août, faites à Aoste.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. V. Crémieu montre qu'il est possible d'effectuer l'expérience de Cavendish en plongeant les masses attirantes fixes et attirées mobiles au sein d'une même masse liquide, en opérant avec une balance de torsion. — M. F. Beaulard a déterminé le pouvoir inducteur spécifique de la benzine; il est de 1,637 pour une longueur d'onde de 50 mètres; il semble passer à ce moment par un minimum. Celui de l'eau pure est de 11,04. — M. P. Vaillant a constaté que la chaleur spécifique du sulfate de cuivre dissous croît d'abord rapidement avec la concentration, puis semble passer par un maximum pour 2,35 équivalents par litre, puis diminue ensuite. — M. G. Malfitano a reconnu que les micelles mises en contact avec de nouvelles portions d'eau perdent des fractions, variables d'une façon continue, de leur électrolyte, qui se retrouve dans le liquide intermicellaire. — MM. Fourneau et Tiffeneau ont observé que les oxydes d'éthylène aromatiques monosubstitués tels que



ne sont que partiellement isomérisés par l'action de la chaleur en aldéhydes $\text{C}^6\text{H}^5\text{.CH}^2\text{.CHO}$ et $\text{Ar.CH}^2\text{.CH}^2\text{.CHO}$; les oxydes d'éthylène disubstitués symétriques ou dissymétriques s'isomérisent, au contraire, facilement, les premiers en arylcétones, les autres en aldéhydes $\text{Ar.CH}(\text{CH}^3)\text{.CHO}$. — M. L. Guignard a reconnu que, chez toutes les Orchidées, indigènes ou exotiques, les racines souterraines ou aériennes renferment de l'emulsine. La présence de ce ferment n'est pas constante dans les tubercules, la tige et la feuille. — M. J. Lefèvre a constaté que le gaz carbonique du sol n'est pas absorbé par les racines; en tout cas, s'il est absorbé par cette voie, il n'est pas utilisé par la plante.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. P. Emile Weil a constaté que l'injection intra-veineuse de sérum normal agit sur tous les éléments qui constituent l'écoulement et l'arrêt du sang hémophile. A la veine, l'écoulement est plus lent, et l'arrêt se fait spontanément; le sang pris au doigt coagule normalement. — M. E. Pittard a reconnu que la femme tsigane est surtout différente de l'homme par les caractères suivants : La taille, le membre inférieur, le crâne dans sa hauteur, la hauteur du visage, la hauteur approximative de la mandibule sont, chez elle, absolument et relativement plus petits; le buste, le crâne, dans son diamètre sagittal et dans son diamètre transversal, sont relativement plus grands. — M. E.-L. Bouvier donne la description des Crustacés décapodes recueillis par le yacht *Princesse-Alice* au cours de la campagne de 1905. — M. J. Thoulet conclut de ses études que l'argile calcaire ou non calcaire provenant des continents, en conséquence de l'érosion des rivages ou de l'apport des fleuves, obéissant au moindre mouvement des flots, est emportée à une distance infiniment grande de son lieu d'origine et, par suite, se distribue uniformément, après un temps extrêmement long, sur le lit tout entier de l'océan.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 17 Octobre 1905.

M. H. Benjamin présente un Rapport sur le concours du Prix Monbinne en 1905. — MM. A. Chantemesse et F. Borel étudient l'épidémie de choléra qui règne depuis quatre ans en Egypte, Mésopotamie, Perse, Inde, et Extrême-Orient. Les malades ou même les individus

sains provenant de pays infectés peuvent servir d'agents de transport de la maladie; les effets et linges souillés peuvent aussi la propager et la disséminer. Mais un facteur méconnu, et très important, de la dissémination de l'affection est constitué par les mouches, qui se chargent du vibron cholérique et le conservent à l'état vivant pendant plusieurs heures. — **M. Gourdon** lit un travail sur les modifications anatomiques observées pendant et après la réduction non sanglante de la luxation congénitale de la hanche.

Séance du 24 Octobre 1905.

M. A. Robin présente le Rapport sur le concours du Prix de l'Académie pour 1905. — **M. Barrier** présente un Rapport sur le concours du Prix Alvarenga. — **M. H. Saint-Philippe** lit un travail sur l'emploi de l'iodure d'arsenic dans la scrofule et la scrofulo-tuberculose de l'enfance.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 14 Octobre 1905.

M. Ed. Retterer a observé que le genou du *Rhesus* possède des fibro-cartilages de même forme et de même structure que celui du Chimpanzé. L'Ecureuil a des ménisques fibro-cartilagineux et élastiques dont l'interne est muni, de plus, d'un nodule osseux. — **MM. J. Babinski** et **J. Nageotte** signalent un cas de tabes à systématisation inverse de celle du tabes normal : les lésions radiculaires frappent les voies longues de préférence aux voies courtes. — **M. J. Nageotte** décrit une malformation hétérotopique partielle du cervelet en forme de tumeur rachidienne cervico-dorsale. — **M. Ch. Féré** étudie certaines illusions de repos dans le travail ergographique. — Le même auteur montre que la représentation mentale du mouvement, surtout avec les poids les plus lourds, peut produire une fatigue intense et même jusqu'à l'impotence. — Enfin, le même auteur a observé, chez un pianiste, un accroissement de la sensibilité avec la motilité et l'ampleur des mouvements des doigts. — **M. A.-M. Bloch** a constaté un parallélisme très étroit entre la présence des rides pré-auriculaires et le développement des poils du tragus. — **MM. Em. Bourquelot** et **E. Dajou** : Sur la sambunigrine, le glucoside nouveau des feuilles de sureau noir (voir p. 918). — **MM. G. Billard** et **G. Mornac** recommandent de traiter immédiatement par les bains, quels que soient l'état général et la température du malade, toute fièvre typhoïde en cours qui présente une tension urinaire inférieure à 6,4 milligrammes. — **M. F. Dévé** a reconnu que l'échinococcose multiloculaire du bœuf et l'échinococcose alvéolaire humaine sont deux affections de nature distincte. — Le même auteur a observé, chez un mouton atteint d'échinococcose banale, un envahissement des ganglions trachéo-bronchiques par le parasite hydatique. — **M. F. Battelli** montre, contrairement à **M. Iseovesco**, que tous les tissus animaux contiennent bien de la catalase, mais ils n'en contiennent pas tous la même quantité. — **M. J. Khouri** a constaté que l'hyperleucocytose poly nucléaire n'est pas la règle dans les abcès du foie des pays chauds. — **M. C. Lebaillly** a découvert, chez la Barbué (*Bothus rhombus*), deux hématozoaires parasites nouveaux, qu'il dénomme *Trypanosoma bothi* et *Haemogregarina bothi*. — **MM. Bettencourt** et **C. França** ont trouvé chez le Blaireau un trypanosome nouveau qu'ils nomment *Tr. Pestanaei*. — Les mêmes auteurs ont observé, chez diverses espèces de Chauves-souris, une même espèce de trypanosome, qu'ils décrivent sous le nom de *Tr. Dionisii*. — **M. O. Nouri** a constaté que le bacille tuberculeux est absorbable par la peau fraîchement rasée.

Séance du 21 Octobre 1905.

M. F.-A. Gemelli a mis en évidence, par sa méthode de coloration noire, l'existence de neurofibrilles

nombreuses, le plus souvent parallèles, rarement croisées, dans le prolongement cylindraxile qui arrive aux plaques motrices chez les Reptiles. — **M. H. Roger** a constaté que les mouvements des divers segments de l'intestin sont absolument indépendants les uns des autres. — **MM. Ch. Achard** et **L. Gaillard** ont observé que l'absorption des substances introduites dans le péritoine est ralentie dans le cas de néphrites toxiques et accélérée à la suite de la ligature des uretères. — **M. J. Cantacuzène** a étudié les phénomènes d'intoxication produits chez le cobaye par l'injection intrapéritonéale de bacilles tuberculeux dégraissés : hypothermie, éosinophilie du sang, hypertrophie de la rate, altérations de la fibre cardiaque et de l'épithélium rénal. Si ces bacilles ont été traités au préalable par le liquide iododuré de Gram, puis centrifugés, les effets toxiques sont considérablement atténués. — **M. E. Brumpt** déconseille l'emploi du trypanroth dans le traitement des trypanosomiasés. — **M. A. Laveran** n'a obtenu de guérison complète que par l'emploi simultané de l'acide arsénieux et du trypanroth. — **M. O. Josué** a constaté que la pression artérielle est plus élevée qu'à l'état normal chez les lapins qui ont subi de nombreuses injections d'adrénaline. — **MM. P. Carnot** et **Delion** signalent la venue de crises convulsives terminées par la mort chez une malade tuberculeuse ayant présenté à l'autopsie de la caséification d'une glande parathyroïde. — **M. L. Garrigue** communique des expériences d'où il croit pouvoir conclure que la forme normale de l'hématie est le globule. — **M. J. Jolly** rappelle que les globules rouges observés dans les vaisseaux mêmes, dans les membranes transparentes, sont toujours discoïdes. — **M. Levaditi** propose une méthode de coloration du *Spirochaete pallida* Schaudinn au nitrate d'argent. Grâce à cette méthode, il a pu constater le spirille dans le pemphigus, la syphilis précoce et la syphilis tardive.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

MM. G. T. et **H. N. Beilby** ont étudié l'influence des changements de phase sur la ténacité des métaux ductiles à la température ordinaire et au point d'ébullition de l'air liquide. Les auteurs ont constaté qu'il est possible de surtirer un fil de telle façon que sa ténacité, ayant passé par un maximum, diminue ensuite constamment. La plus haute ténacité, pour l'or, est produite par l'étirage à 3 fois et demie sa longueur originale; mais, en l'étirant à 13 fois et demie cette longueur, la ténacité n'est que faiblement réduite. Les ténacités maxima mesurées à la température ordinaire ont été : or, 15,6 tonnes par pouce carré; argent, 25,7 tonnes; cuivre, 28,4 tonnes. Au point d'ébullition de l'air liquide (—182°), les maxima sont : or, 22,4 tonnes par pouce carré; argent, 34,4 tonnes; cuivre, 36 tonnes. Il semble donc que, pour chaque métal, il y a une température à laquelle l'étirage des fils produit la ténacité maximum; pour les métaux examinés, cette température est bien inférieure à 15°; elle est peut-être même inférieure à —182°. — **MM. J. H. Poynting** et **P. Phillips** : Le changement de température a-t-il quelque influence sur le poids des corps? (voir p. 923). — **Sir William Huggins** et **Lady Huggins** ont poursuivi leurs recherches sur la radiation lumineuse spontanée du radium. Ils avaient constaté antérieurement que la luminescence du bromure de radium consiste principalement en lumière de l'azote excitée par le radium. Ils ont alors observé ce qui se passe quand le radium est exposé dans une atmosphère d'hydrogène pur : la luminescence devient sensiblement plus faible au bout de quelques jours, mais le spectre photographié est toujours celui de l'azote, sans lignes de l'hydrogène. Les auteurs en concluent que la luminescence est due à la présence d'azote occlus ou combiné. — **Sir William Crookes** : Une nouvelle formation du diamant. En

adoptant les chiffres suivants pour le carbone, — point d'ébullition 3.870° abs., point de fusion 4.400°, température critique 5.800°, pression critique 2.320 atm., — les formules de Rankine ou de Van der Waals, calculées d'après le point d'ébullition et les valeurs critiques, donnent pour une température de 4.400° abs. une pression de 16,6 atm. comme pression du point de fusion. En faisant des estimations identiques pour d'autres températures, on voit qu'au-dessus d'une température de 3.800° abs., nulle pression ne fera passer le carbone de l'état de vapeur à l'état liquide, tandis qu'à 4.400° abs. une pression supérieure à 17 atmosphères suffit pour en liquéfier une partie. Entre ces extrêmes, la courbe de la pression de vapeur est supposée logarithmique. Durant leurs recherches sur les gaz qui se dégagent lorsqu'on enflamme de la poudre à canon et de la cordite, Sir Frederick Abel et Sir Andrew Noble ont obtenu dans des cylindres en acier fermés des pressions atteignant 95 tonnes par pouce carré et des températures atteignant 4.000° C. D'après un Mémoire récemment communiqué à la Société Royale (voir p. 791), Sir Andrew Noble, faisant exploser de la cordite dans des vases clos, a obtenu une pression de 8.000 atmosphères, soit 50 tonnes par pouce carré, avec une température atteignant très probablement 5.400° abs. Grâce à l'amabilité de Sir Andrew Noble, l'auteur a pu travailler sur quelques résidus obtenus dans des vases fermés après les explosions, et il les a soumis au même traitement que le fer granulé de Moissan. Après plusieurs semaines, il retira le carbone amorphe, le graphite, la silice et autres constituants de la cendre de cordite, et obtint un résidu dans lequel on pouvait distinguer au microscope des particules cristallines. Quelques-unes de ces particules, d'après leur apparence cristalline et leur double réfraction, étaient du carbure de silicium; d'autres étaient probablement des diamants. Il a alors fait sécher et fondre tout le résidu à une bonne chaleur rouge dans un excès de billuorure de potassium, auquel on ajoutait pendant la fusion 5 % de nitre. Le résidu, après un lavage soigneux et chauffage dans de l'acide sulfurique fumant, a été lavé, séché, et les plus grosses particules cristallines réunies et montées. D'après le traitement que ces cristaux ont subi, les chimistes seront d'avis que seuls les diamants pouvaient le supporter; après les avoir soumis à des autorités cristallographiques compétentes, l'opinion de l'auteur est confirmée. — **M. George Dean** : *Recherche expérimentale sur la nature de la substance du sérum qui influence la phagocytose*. Voici les conclusions de l'auteur : 1° Comme l'ont prouvé un grand nombre de savants, par exemple Denys, Metchnikoff, Savtschenko, Levaditi et d'autres encore, il se produit, dans le sérum sanguin d'animaux activement immunisés par des injections bactériennes, une substance spécifique immunisante qui possède parmi ses propriétés celle de préparer le microbe pour la phagocytose; 2° Cette substance immunisante est thermostable, résistant à une température de 60° C. pendant plusieurs heures; 3° Dans le sérum normal, on trouve une substance ayant une action semblable, qui résiste aussi à une température de 60° C. pendant plusieurs heures et qui persiste dans le sérum du cheval durant des années; 4° Les expériences relatées dans ce Mémoire tendent à confirmer l'idée que les deux substances sont identiques, c'est-à-dire que, dans le sérum normal, se trouve une faible quantité de la substance ayant la propriété de préparer les microbes pour la phagocytose; 5° Des *cocci* entièrement saturés par la substance immunisante du sérum chauffé, lorsqu'on les plonge dans du sérum normal frais, ne déplacent pas la substance du sérum normal, tandis que les *cocci* frais en absorbent une grande quantité; 6° La réciproque est aussi vraie, c'est-à-dire que les *cocci* saturés par la substance du sérum normal ne déplacent pas la substance du sérum immunisant, tandis que les *cocci* frais le font; 7° La substance thermostable dans le sérum normal est sans nul doute identique au « fixateur » ou « substance sensibilisatrice » de l'Ecole fran-

çaise et à « l'opsonine » de Wright et Douglas. Puisque les termes « fixateur » et « substance sensibilisatrice », qui ont été employés par l'Ecole de Metchnikoff afin de désigner la propriété de préparer les microbes pour la phagocytose, sont utilisés aussi pour désigner un certain nombre d'autres propriétés du sérum immunisant, il est peut-être préférable d'adopter le terme d'« opsonine », de Wright et Douglas, pour la propriété particulière en question. Le seul danger d'une telle désignation est que l'on peut être amené à regarder l'« opsonine » comme une substance différente et non simplement une propriété du sérum immunisant.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Septembre 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. J.-C. Kluyver** : *Un problème de probabilité géométrique*. Dans le journal anglais *Nature* (27 juillet 1903), M. K. Pearson proposait le problème du « vagabond indécis » : « Un promeneur part d'un point O et fait dans une direction quelconque une distance l ; ensuite, il fait dans une autre direction, également quelconque, encore une distance l ; en tout, il répète cette action un nombre n de fois. Quelle est la probabilité pour qu'enfin il se trouve à une distance du point de départ O située entre r et $r + dr$? » La solution générale de ce problème, dont Lord Rayleigh a rencontré un cas particulier (n très grand) dans une étude en rapport avec la théorie du son, est liée à la théorie des fonctions de Bessel; dans quelques cas particuliers, elle conduit à trouver la valeur de certaines intégrales définies dépendant de ces fonctions. L'auteur s'occupe du cas le plus général, où les distances parcourues a, a_1, \dots, a_{n-1} sont inégales;

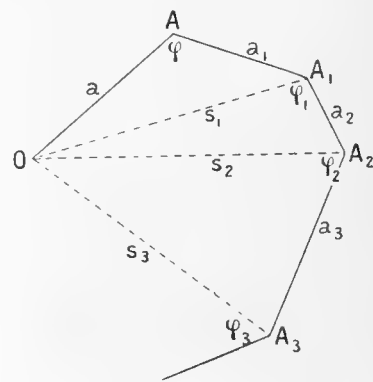


Fig. 1.

il introduit les distances s_1, s_2, \dots, s_{n-1} et les angles $\varphi, \varphi_1, \dots, \varphi_{n-1}$ (fig. 1). A l'aide de l'intégrale discontinue

$$c \int_0^c J_1(uc) J_0(us_{n-1}) du,$$

de Weber, qui s'annule ou devient égale à l'unité à mesure que $s_{n-1} > c$ ou qu'au contraire $c > s_{n-1}$, il trouve, pour la probabilité $P_n(c; a, a_1, \dots, a_{n-1})$ que le promeneur se trouve à une distance $s_{n-1} < c$ après ses pérégrinations, l'expression :

$$c \int_0^c J_1(uc) J_0(ua) J_0(ua_1) \dots J_0(ua_{n-1}) du.$$

Sans doute, ce résultat ne satisfera pas M. Pearson, l'intégrale à $n+1$ fonctions oscillantes ne permettant pas même une approximation grossière; mais, au point de vue mathématique, il a quelque importance. Ainsi les considérations qu'en général la valeur de P_n est positive et inférieure à l'unité, que cette valeur devient

égale à zéro ou l'unité si une des distances a surpasse c d'une quantité plus grande que la somme des autres a , ou que la somme de toutes les a est inférieure à c , mènent à l'évaluation de quelques intégrales définies. Dans le cas de n très grand et de distances a très petites, le résultat s'accorde avec ce qu'on peut prédire : c'est que le vagabond terminera son chemin à proximité du point de départ. — **M. W. Kapteyn** : Dans le volume XVII du *Journal de Crelle*, E. Kummer a déterminé la valeur de l'intégrale :

$$\int_0^c e^{-x} \frac{b^2}{x} x^p dx,$$

dans l'hypothèse b^2 positif et p non entier. Ici **M. Kapteyn** s'occupe du cas p entier et positif; chemin faisant, il indique un lien simple entre l'intégrale de Kummer et l'intégrale

$$\int_b^c e^{-x} \frac{b^2}{x} x^p dx,$$

où b est positif. — **M. J. de Vries** présente au nom de **M. Z.-P. Bouman** : *Le complexe tétraédral*. L'équation $A\rho_1\rho_4 + B\rho_2\rho_3 + C\rho_3\rho_6$, où $R = \frac{B-A}{C-A}$ représente le rapport anharmonique constant du complexe, dans la forme différentielle :

$$A(xdy - ydx) dz + B(ydz - zdy) dx + C(zdx - xdz) dy = 0.$$

Les surfaces

$$z = \pm \sqrt{\frac{x^2 - C}{R-1}} \pm \sqrt{\frac{R x^2 - C_1}{1-R}}$$

du quatrième ordre dont les normales font partie du complexe, etc. — **M. J. Cardinaal** présente au nom de **M. H. de Vries** : *La projection centrale dans l'espace de Lobatchefsky*. Première communication. Dans l'espace hyperbolique, on se donne un plan arbitraire τ et, en un point quelconque O , de τ , la normale à τ ; de plus, on fixe sur cette normale un point quelconque O . Cela posé, l'auteur se demande ce qu'il y a de remarquable si l'on projette les figures de l'espace hyperbolique du point O comme centre sur le plan τ comme tableau, et comment on peut déterminer inversement les figures de cet espace à l'aide de ces projections. L'angle parallèle π_a de Lobatchefsky correspondant à la distance $OO_1 = d$, déterminé par la relation :

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \pi_a = e^{-d}.$$

le cône parallèle du point O , etc. — **M. P.-H. Schoute** présente le tome second de son « *Mehrdimensionale Geometrie (Géométrie polydimensionale)*, faisant partie de la collection Schubert.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. J.-D. van der Waals** présente trois communications en rapport intime l'une avec l'autre : I. *Propriétés de la ligne critique (ligne des points de plissement) du côté des composantes*. Dans les expériences de MM. Centnerszwer et Smits, une remarque de M. van't Hoff et les calculs de M. van Laar (*Rev. génér. des Sciences*, t. XVI, p. 796), on trouve une discussion sur l'accroissement de la température critique d'une substance à la suite de l'addition d'une autre substance. Dans cette discussion, on ne tient pas compte de ce que M. van der Waals a publié, il y a dix ans, sur les propriétés principales de la ligne critique. Par la méthode thermodynamique, l'auteur avait trouvé pour la quantité en question la relation :

$$T \left(\frac{dx}{dT} \right)_0 = \frac{\frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial v^2}}{\frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial v^2} - \frac{1}{MRT} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x \partial v} \right)^2},$$

s'appliquant sans réserve aux substances normales. A l'aide de l'équation d'état, il en a déduit la formule :

$$\frac{d \log T}{dx_0} = \frac{d \log \frac{a}{b}}{dx_0} + \frac{9}{16} \left(\frac{d \log \frac{a}{b^{\frac{2}{3}}}}{dx_0} \right)^2.$$

Ici, il publie une déduction nouvelle de ces équations et entre en quelques détails sur des questions qui s'y rattachent. — II. *Les propriétés des sections de la surface de saturation d'un mélange binaire du côté des composantes*. Etude de la surface (p, x, T) d'un mélange binaire, basée sur l'équation différentielle :

$$v_{z1} dp = (x_2 - x_1) \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial x_1^2} \right)_{PT} dx_1 + \frac{W_{z1}}{T} dT.$$

Les propriétés de la direction initiale des sections perpendiculaires à un quelconque des trois axes, etc. — III. *Les valeurs numériques exactes pour les propriétés de la ligne des points de plissement du côté des composantes*. Les deux communications précédentes démontrent de nouveau que l'étude thermodynamique des problèmes posés en fait trouver la solution générale complète et, de plus, que la déduction des valeurs numériques correspondant à des cas particuliers exige la connaissance de l'équation d'état. Quelquefois, il suffit de connaître une équation d'état approchée; mais, aussitôt que la condensation de la substance est tant soit peu considérable, par exemple dans l'état critique, les valeurs numériques obtenues à l'aide d'une équation d'état approchée peuvent différer beaucoup des valeurs effectives. Cela se présente surtout dans le cas d'une quantité se rapportant au volume. Ainsi, le volume critique d'une substance se rapproche de $2b$, tandis que la valeur déduite de l'équation d'état où b est constant s'élève à $3b$. Cette différence disparaît en tenant compte de la variabilité de b , qui décroît avec le volume. De plus, la quantité b d'un mélange dépend aussi de la composition. Cela entraîne que l'expression $\frac{db}{dx}$ d'un mélange est assez compliquée

et diffère généralement de $\left(\frac{db}{dx} \right)_r$. Si l'on connaissait la loi d'après laquelle b dépend de v et de x , le problème ne présenterait d'autres difficultés que celles de calculs ennuyeux et compliqués. Mais on ne dispose pas encore d'une connaissance assez complète de cette loi, et on ignore toujours les valeurs numériques des constantes qui y entrent. Aussi l'auteur craignait d'abord qu'à cause de cette lacune il ne fût impossible de déduire théoriquement les propriétés des directions initiales des lignes de plissement avec une exactitude complète. Pourtant, il a trouvé — et c'est ce qu'il démontre ici — que, pour ce but, la connaissance de la loi suivant laquelle b varie avec v et x n'est pas indispensable, mais qu'il suffit de connaître deux quantités qui ont été déterminées expérimentalement pour l'état critique d'une substance simple. — **M. H.-A. Lorentz** : *Sur la radiation de chaleur dans un système de corps ayant partout la même température*. I. Si un certain nombre de corps d'un caractère quelconque, possédant tous la même température, se trouvent à l'intérieur d'une enveloppe parfaitement noire de même température ou parfaitement réfléchissante, il se forme quant à la radiation de la chaleur un état d'équilibre, caractérisé par le fait que tout corps absorbe autant de chaleur qu'il en émane et qu'à l'intérieur d'un corps transparent la densité de l'énergie de radiation possède, pour chaque longueur d'onde, une valeur déterminée dépendant de la température. L'auteur se propose d'étudier ces phénomènes plus en détail et de fixer le rôle joué par chaque élément de volume dans l'émanation et l'absorption. Ce but ne peut être atteint complètement qu'après s'être rendu compte du mécanisme entier de la radiation, ce qui

n'a été possible jusqu'à présent que dans un seul cas particulier. Pour diminuer les difficultés qui sont des conséquences immédiates de la déféctuosité de nos idées sur la radiation, l'auteur se sert d'un artifice, en supposant que la radiation, due en effet à des mouvements d'électrons, est causée par des forces électromagnétiques d'action périodique quelconque siégeant dans les éléments de volume des corps. Alors on n'a plus besoin de s'occuper d'électrons; il sera même permis de considérer les corps comme des masses continues. Ainsi, il devient possible de calculer, pour chaque corps, l'intensité des forces électromotrices en question, pourvu qu'on connaisse pour chaque longueur d'onde la relation entre les pouvoirs d'émission et d'absorption, égale pour tous les corps. Il est vrai qu'ainsi on n'aura pas trouvé le mécanisme véritable de la radiation, mais seulement un mécanisme fictif capable de causer le même effet. 1. Introduction. 2. Considération de corps anisotropes quelconques. Notations. Simplification du calcul, en substituant aux vraies valeurs des composantes des vecteurs les valeurs complexes ne contenant le temps qu'en des facteurs e^{iut} . 3. Les vibrations dans un corps illimité homogène et isotrope, dues à des forces électromotrices et magnéto-motrices de fréquence n . 4. Dédution de l'équation de l'énergie. 5. Démonstration d'un théorème général. 6. Cas où disparaît le premier membre de l'équation exprimant ce théorème. 7. Action d'une force dans un espace infiniment petit. 8. Les directions principales des axes. 9-15. Absorption d'un faisceau parallèle par une plaque très mince perpendiculaire au faisceau. Dédution de la quantité d'énergie émise par la plaque suivant la direction normale. Intensité des forces électromotrices capables de causer cette émanation. Hypothèse sur les forces électromotrices siégeant dans les éléments de volume d'un corps. Ces forces satisfont, en effet, dans un système quelconque de corps, à la condition de l'équilibre de la radiation. — Ensuite M. Lorentz présente au nom de M. R. Sissingh : *La théorie de la réflexion de la lumière par des corps non complètement transparents*. Les lois de la réflexion métallique ont été déduites, d'abord par Cauchy (1836-1848), ensuite par Ketteler (1877) et Voigt (1884), tandis que Lorentz (1875) les a empruntées à la théorie électromagnétique de la lumière. Par des considérations différentes, ces savants parviennent aux mêmes résultats. Le rapport mutuel des théories mécaniques a été indiqué par Drude (1892). Les lois de la réfraction de la lumière par des prismes métalliques, développées par Voigt (1885) et Drude (1891), ont été déduites d'un couple de théorèmes principaux simples par Lorentz (1892); il n'introduisait aucune hypothèse particulière sur les caractères des vibrations lumineuses. Ici M. Sissingh fait voir que l'étude de Lorentz mène aussi à un développement simple de la théorie de la réflexion métallique. — M. H. Haga présente au nom de M. C. Schoute : *Détermination de l'effet Thomson dans le mercure*. Cette détermination fait suite à celle de M. Haga (voir *Ann. de l'École Pol. de Delft*, t. I, p. 145, et t. III, p. 43). Une description détaillée des expériences se trouve dans la thèse de l'auteur; une partie des résultats mentionnés a été obtenue plus tard. A l'aide d'une représentation graphique, l'auteur trouve que l'effet Thomson dans le mercure est sensiblement proportionnel à la température absolue. — M. J. P. van der Stock : *Les courbes de fréquence de quantités météorologiques*. L'auteur se pose les trois questions suivantes : 1° Jusqu'à quel degré les moyennes mensuelles suivent-elles la loi ordinaire de probabilité? 2° Quelle est la forme de la courbe de fréquence déduite des moyennes journalières ou des observations faites à des heures déterminées chaque jour, en tant qu'elles sont symétriques? 3° Quel est le degré d'asymétrie de ces courbes? Ici il s'occupe exclusivement de la première question. Les données sur lesquelles il se base sont constituées par les positions du baromètre au Helder durant la période soixantenaire d'août 1843

à juillet 1902 (720 données), par les moyennes mensuelles du baromètre à Batavia de 1866 à 1902 (444 données) et des températures moyennes de toute la France de 1851 à 1900 (600 données). Le critère de l'accord avec

la loi ordinaire est déduit de la relation $\pi = \frac{2M^2}{\delta}$, où

$$M = \sqrt{\frac{|\varepsilon^2|}{n-1}}, \quad \delta = \frac{|\varepsilon|}{n}.$$

Il trouve successivement pour les trois séries : $\pi = 3,198$, $\pi = 3,235$, $\pi = 3,137$, etc. — M. P. van Romburg : *Sur la réaction de l'ammoniaque et des amines avec les esters formiques des glycols et de la glycérine*. Suite de la communication précédente (*Rev. génér. des Sc.*, t. XVI, p. 795). — Ensuite, M. van Romburgh présente au nom de M. L. van Itallie : « *Thalictrum aquilegifolium* », plante contenant HCAz. — M. S. Hoogewerff présente au nom de MM. W.-A. van Dorp et G.-C.-A. van Dorp : *Les chlorures des acides maléique et fumarique et de leurs dérivés*. — M. A.-P.-N. Franchimont présente au nom de M. D. Mol : *Recherches sur les esters anhydrides d'acides dibasiques*.

3° SCIENCES NATURELLES. — Remise de la médaille Leeuwenhoek, accordée tous les cinq ans, décernée à M. M. W. Beyerinck pour ses recherches bactériologiques. — M. C. A. Pekelhaar communique, au nom de MM. C. J. C. van Hoogenhuyze et H. Verploegh : *L'excrétion de la créatinine chez l'homme*, travail fait dans le laboratoire de Physiologie de l'Université d'Utrecht. A l'aide de la méthode basée sur la réaction de Jaffé publiée récemment par M. Folin (*Zeitschrift f. Physiol. Chemie*, t. XLI, p. 223), les auteurs ont déterminé journellement la quantité de créatinine qu'ils excrétaient eux-mêmes dans l'urine, pendant des périodes de deux à trois semaines. La nourriture, toujours la même, était d'une composition connue. Quelques jours seulement étaient consacrés à des travaux musculaires forcés; pendant les autres jours, les exigences imposées au système musculaire étaient très restreintes. Ils trouvèrent que l'excrétion de créatinine ne subit pas d'accroissements de quelque importance sous l'influence du travail musculaire. Les valeurs trouvées les jours de travail ou immédiatement après ne sortent pas des limites des oscillations ordinaires. Dans l'abstinence complète de nourriture, au contraire, comme le prouve une série d'observations sur la « jeûneuse professionnelle » Flora Tosca, le travail musculaire cause un accroissement bien manifeste de l'excrétion de créatinine. Quand la nourriture ne contenait point de créatine ou de créatinine, la quantité de créatinine éliminée par les reins des auteurs était encore presque de 2 grammes par jour. L'addition de protéïdes à la nourriture, sous forme d'œufs de poule, de caséine, de gélatine, etc., causait un accroissement très insignifiant. On peut donc déduire des observations que la formation de la créatine comme produit de désassimilation se fait dans les muscles et en d'autres organes sans être influencée directement par la contraction des muscles ou par la nourriture résorbée, en parfait accord avec la théorie défendue récemment par M. Folin (*Amer. Journ. of Physiol.*, t. XIII), en rapport avec les échanges des matières nitrogénées. Probablement, une partie de la créatine formée dans les tissus est dédoublée dans l'organisme, en donnant des corps plus simples. Après l'ingestion de créatinine dans le canal alimentaire, les auteurs en retrouvaient la plus grande partie, mais non la quantité totale, dans l'urine. Dans les urines de nourrissons, nourris exclusivement avec du lait humain ou du lait des vaches, les auteurs ont démontré la présence de créatinine; aussi, dans ces expériences, la réaction de Jaffé était préférable à celle de Weyl. P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Détermination de la constante d'aberration. — Une grande incertitude règne encore sur la valeur de la constante d'aberration : pour ne citer que des valeurs relativement récentes, Nyren a trouvé 20",481, nombre adopté par Oppolzer ; W. Struve donne 20",445, valeur employée par Le Verrier ; enfin, l'usage de la méthode de Talcott a fourni des résultats si discordants que les nombres obtenus varient entre 20",31 et 20",53. Jusqu'en 1900, la *Connaissance des Temps* a employé la valeur 20",445 ; à partir de 1901, selon la convention adoptée par la *Conférence internationale des étoiles fondamentales*, c'est la valeur 20",47 dont on se sert pour les calculs de ce recueil.

Une grave complication que l'on rencontre dans les recherches de ce genre provient de ce que, dans presque tous les procédés employés jusqu'ici, il était nécessaire de faire intervenir la variation des latitudes. Or M. Lœwy a indiqué de nouvelles méthodes, d'un caractère géométrique, d'apparence très simple, propres à la détermination de la latitude et à celle des coordonnées absolues des étoiles circompolaires ; si l'on choisit trois étoiles très voisines du pôle, que l'on puisse disposer d'une longue série d'observations très précises, il y a tout lieu de penser qu'il sera possible d'en déduire un procédé susceptible d'une très grande exactitude pour calculer la valeur de la constante d'aberration.

Il serait certainement précieux d'apporter ainsi une contribution sérieuse à l'étude d'une des questions les plus controversées de l'Astronomie, et l'importance du procédé correspondant serait définitivement consacrée : car, dans cette méthode, chaque série d'observations doit donner la position véritable du pôle au jour considéré, sans que l'on ait à tenir compte de cette variation de la latitude dont la recherche présente de si grandes difficultés. Sans entrer ici dans les détails du procédé, on doit en espérer des résultats d'une très haute précision si l'on accumule les observations à certaines époques de l'année, où les coefficients dans les équations ont leurs valeurs les plus favorables.

Deux astronomes, MM. H. Renan et W. Ebert, dont l'ha-

bilité technique est reconnue, se sont donc efforcés une fois de plus d'appliquer ces nouvelles méthodes, tant à la détermination de la latitude qu'à celle de la constante de l'aberration : pour cette dernière quantité, ils ont trouvé la valeur $20",434 \pm 0",030$. Quant à la latitude, toutes les tentatives restent discordantes et ne méritent pas la confiance qu'il était possible de leur attribuer *a priori*. Il faut remonter plus haut pour voir le vice fondamental de tous ces résultats : les méthodes elles-mêmes, d'apparence élégante, sont stériles malgré les efforts qu'elles suscitent depuis de très nombreuses années ; elles sont trop simples, géométriquement, mais ne tiennent pas compte des possibilités pratiques, et c'est l'expérience même pour laquelle elles sont faites qui les condamne jusqu'à présent. Sont-elles susceptibles d'être modifiées d'une manière assez peu profonde pour conserver leur cachet, tout en se prêtant à la pratique ? C'est peu probable et, en tout cas, elles n'ont jamais été assimilées par les astronomes étrangers, à l'affût des perfectionnements dans l'Astronomie de précision, ou, du moins, on n'a rien publié à cet égard. Il semble bien, d'ailleurs, que le principe même soit défectueux, si l'on songe que quinze années d'observations n'ont guère augmenté la précision dans la latitude, élément que la méthode était propre à fournir en vingt-quatre heures.

L'orbite du premier satellite d'Uranus. — Dans ses recherches sur l'orbite d'Ariel, le premier satellite d'Uranus, M. Bergstrand a utilisé les observations effectuées, de 1852 à 1901, par Lassell, Marth, Copeland, Newcomb, C. H. F. Peters, Holden, Hall, Burnham, Haigh, Henry, Perrotin, Barnard, Schaeberle, Hussey, Aitken et See. Les 300 observations qui ont été réunies ont donné, pour la durée de la révolution d'Ariel, 2 j., 520.380, ce qui correspond à un moyen mouvement de 208.682",8176 en 4 années juliennes, ou 1.461 jours (en 1875, Newcomb avait trouvé pour valeur de cette quantité 208.682",590) ; la longitude moyenne dans l'orbite pour l'époque 1871, Déc. 31,0 t. m. de Washington) est 22°,611 ; l'excentricité de l'orbite, 0,0081 ; la longitude du périuranium, comptée à partir du nœud, est représentée par :

$$\omega = 2°,4 + 16°,03(t - 1890,0) ;$$

enfin, le demi grand axe est de $13''{,}624$, inférieur de $0''{,}156$ à celui qu'avait trouvé Newcomb.

La discussion des observations n'a pas révélé l'existence d'erreurs appréciables dans les valeurs de la longitude du nœud et de l'inclinaison de l'orbite données par Newcomb; et les seules inégalités du périuraniu doivent être attribuées au renflement équatorial de la planète, car les masses des autres satellites sont trop faibles pour exercer de l'influence.

La masse d'Ariel obtenue par M. Bergstrand est de $\frac{1}{332,000}$ de celle d'Uranus; quant à la masse d'Uranus, déduite du mouvement de son premier satellite, elle serait de $\frac{1}{23,383 \pm 115}$, celle du Soleil étant prise pour unité.

§ 2. — Météorologie

Exploration de l'atmosphère en Danemark.

— Le choix des environs de Viborg (Danemark) pour explorer l'atmosphère, à l'aide de cerfs-volants et de ballons-sondes, est d'autant mieux indiqué qu'un grand nombre de dépressions se croisent sur le Jutland danois, ainsi que l'ont fort bien mis en évidence les cartes dressées à cet effet par l'Institut météorologique de Copenhague. Et M. L. Teisserenc de Bort, qui s'est si heureusement spécialisé dans l'étude de la Dynamique atmosphérique, était plus autorisé que quiconque pour faire une série importante de déterminations dans les environs de Viborg, à Hald; poursuivies pendant près d'une année, les observations de ce savant ont été réunies en un volume sous le titre de *Travaux de la Station franco-scandinave de sondages aériens* et constituent une très importante contribution à l'étude des régions élevées de l'atmosphère.

Un terrain fort bien situé avait été mis à la disposition des expérimentateurs par M. Jagdemeister-Krabbe; une cabane analogue à celle de Trappes, susceptible d'être orientée dans toutes les directions, comporte un anémomètre enregistreur avec le treuil électrique des cerfs-volants; l'intensité de l'insolation est obtenue avec un pyréliomètre d'Angström.

La discussion des observations met déjà en lumière une conséquence importante, à savoir que les dépressions barométriques de faible rayon qui passent sur le Jutland s'annoncent ordinairement par un retour du vent inférieur au Sud, sans que les courants supérieurs en soient affectés: ainsi la rotation du vent commence par en bas pour se montrer ensuite dans la région des cumulus et des alto-cumulus. Certaines décroissances de température ont été remarquables, atteignant $0^{\circ}{,}9$ pour 100 mètres, de sorte qu'un ballon monté à 4.400 mètres eut à subir -38° : le même jour, aux environs de Paris, un ballon indiquait -17° seulement; deux jours avant, la température du sol était plus forte de 2° , tandis que dans la haute atmosphère elle était supérieure de 22° , ce qui est un exemple fort net de cette loi récente que la variabilité du climat est plus grande à une certaine hauteur que près du sol.

Nous n'insisterons pas sur les vitesses du vent à diverses hauteurs, leurs brusques variations et les moyennes de croissance et de décroissance suivant les situations météorologiques, non plus que sur les modifications brusques qui correspondent aux changements de temps; mais nous sommes heureux d'enregistrer, à chaque nouvelle occasion, les progrès incessants que M. L. Teisserenc de Bort ne cesse d'apporter à la Météorologie avec un zèle infatigable et une méthode vraiment scientifique. Une fois de plus, ici, conformément aux travaux antérieurs de ce savant, on voit combien il serait illusoire — suivant l'ancienne méthode — de raisonner sur les phénomènes de l'atmosphère comme s'ils étaient continus dans le temps et dans l'espace; les cas qui se rapprochent d'un régime permanent sont, au contraire, des exceptions et restent limités à certains situations météorologiques.

§ 3. — Physique

La température a-t-elle une action sur le poids des corps? — Le Professeur J.-H. Poynting,

dont on connaît les beaux travaux sur la constante de la gravitation et sur l'action hypothétique de l'orientation des cristaux par l'attraction newtonienne, vient de soumettre à un examen expérimental minutieux la question d'une action possible de la température sur le poids des corps. Les meilleures expériences ont été faites entre la température ordinaire et celle de l'air liquide, et ont conduit à la conclusion que, si un tel effet existe, il est, entre ces limites, inférieur à 2 millièmes de milligramme pour la masse de 208 grammes employée dans ces expériences, ou à 1 cent-millionième en valeur relative pour l'écart, de 200 degrés environ, de la température des expériences.

Dans les limites de précision qu'il est actuellement possible d'atteindre, on peut donc dire que l'action cherchée n'existe pas. On sait, d'ailleurs, que les meilleures expériences faites jusqu'ici ont conduit à la même conclusion pour l'action de la pesanteur sur des corps pris isolément ou à l'état de combinaison.

Un appareil pour mesurer l'équivalent mécanique de la chaleur. — Le Professeur H. L. Callendar vient de présenter à la Société de Phy-

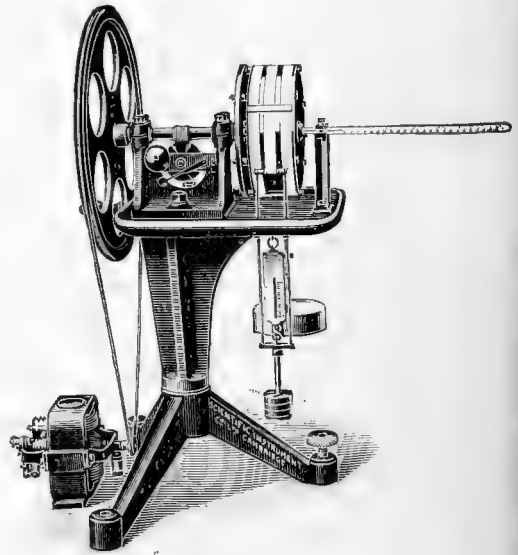


Fig. 1. — Appareil pour la mesure de l'équivalent mécanique de la chaleur.

sique de Londres et à l'Institution Royale un appareil pour mesurer l'équivalent de la chaleur. Nous décrivons brièvement cet intéressant dispositif (fig. 1):

Un calorimètre cylindrique en laiton mince et à axe horizontal, renfermant une quantité d'eau donnée, est mis en rotation à une vitesse modérée, soit à la main, soit au moyen d'un moteur hydraulique ou électrique. Les deux bouts d'un ruban en soie entourant le cylindre et disposé de façon à faire un tour et demi autour de ce dernier, supportent des poids inégaux. La stabilité de l'équilibre est assurée par une légère balance à ressort agissant à l'encontre du poids le plus long. Comme cette balance à ressort n'ajoute qu'une faible quantité à la différence de charge aux deux bouts de ruban, les petites erreurs de lecture ne sont que d'une importance relativement faible. Grâce à la souplesse extraordinaire du ruban, la différence de charge aux deux bouts représente, avec une approximation très considérable, la mesure exacte du frottement.

Les poids sont ajustés par tâtonnements, de façon à

adapter à peu près au frottement du ruban ; l'ajustement définitif se fait automatiquement au moyen de la balance à ressort. Un compteur sert à enregistrer le nombre de tours exécutés par le calorimètre et l'accroissement de température est lu au moyen d'un thermomètre recourbé à mercure ou à platine, qu'on introduit dans une ouverture médiane au trou intérieur du cylindre. Les pertes par radiation sont éliminées soit par la méthode de compensation de Rumford, soit en faisant deux expériences pour des charges différentes du ruban. Le mouvement de la surface du calorimètre élimine l'effet des courants de convection, de façon que les pertes de chaleur sont plus régulières que dans le cas d'une surface au repos.

Voici les principaux avantages de cet appareil :

Le frottement est indépendant de la vitesse avec une approximation très considérable ; la balance à ressort est automatique ; les variations de vitesse et de charge ne s'accompagnent d'aucune modification de la capacité thermique du calorimètre. Il n'y a pas de frottement de poulies ou de paliers susceptible d'introduire des erreurs ; il ne se produit aucune vibration forcée et il n'y a pas besoin de vase amortisseur.

Voici la méthode la plus simple pour faire une expérience :

On introduit à peu près 350 grammes d'eau à 40° de la pipette dans le calorimètre à travers un tube de caoutchouc et une embouchure de laiton s'adaptant dans une ouverture à vis près du bord. Après avoir actionné le moteur à une vitesse convenable, on lit les températures de 100 en 100 tours. Ayant observé la température moyenne de l'air ambiant près du calorimètre pendant l'expérience, on choisit dans les observations un intervalle de 500 à 600 tours, pendant lequel la température moyenne du calorimètre est approximativement égale à celle de l'air. La correction due aux radiations extérieures sera alors sensiblement négligeable.

La précision assurée par l'appareil est hautement remarquable ; un conférencier peut réaliser en environ dix minutes, devant son auditoire, une valeur exacte à 1/2 % près.

Cet appareil breveté est construit par la *Cambridge Scientific Instrument Company*.

Alfred Gradenwitz.

Le mécanisme de la pulvérisation électrique. — Lorsqu'on fait passer à travers un fil mince interposé entre deux plaques de verre la décharge d'une batterie de bouteilles de Leyde, il se produit une pulvérisation électrique. Dans certaines circonstances, l'on observe une structure analogue à un réseau sub-microscopique. Ce processus, comme le fait remarquer M. F. Braun¹, se passe à peu près comme suit : on fournit au métal, dans un intervalle de temps très court (quelques cent-millièmes de seconde), une quantité de chaleur assez grande pour le convertir à l'état gazeux. La pression de vapeur élevée ainsi produite, en soufflant sur le gaz métallique, l'écarte de tous côtés. Le gaz, qui se refroidit en chemin, se condense en petites particules, tout en laissant des intervalles libres de métal ; à proximité du fil métallique, les particules se précipitent les unes à côté et au-dessus des autres avec une densité assez grande pour former une couche se comportant comme cohérente par rapport à la lumière incidente. A une distance un peu plus grande, il se forme des fentes vides de métal entre les particules disposées suivant des lignes à peu près verticales au fil.

Or, l'origine de ces fentes n'est pas suffisamment élucidée ; on pourrait croire que ce sont des forces hydro-dynamiques qui y entrent en jeu. L'auteur incline cependant à penser que ce sont plutôt des particules précipitées aux bords de la couche cohérente qui protégeraient les régions postérieures contre la

vapeur métallique en train de se propager, ou qui détermineraient le chemin de la seconde demi-vibration et qui, par là, donneraient naissance à une vaporisation ultérieure.

M. Braun est d'avis que les réseaux ainsi produits consistent en bandes métalliques relativement larges, séparées par d'étroites fentes d'air et qui se comporteraient à l'égal d'un réseau de Hertz, constitué par des bandes de tôle.

Ce qui est démontré, c'est que le métal passe à l'état gazeux. A part les preuves indirectes, cela résulte des vues photographiques prises dans une chambre obscure, les plaques de verre étant réunies en haut et en bas par une bande de papier gommé. On y remarque les nuages de vapeur lumineuse sortant de toutes parts. Lorsque les plaques de verre n'éclatent point, les photographies donnent une image d'une exactitude surprenante de la pulvérisation métallique qui s'y produit.

Afin de démontrer que ce ne sont point des particules solides ou fondues qui exercent l'effet photographique, l'auteur photographie le spectre de fils de zinc pulvérisés de cette manière, spectre qu'il produit au moyen de prismes et de lentilles de quartz. Ce spectre, où l'on pouvait distinguer les lignes principales du zinc, était discontinu. Les vapeurs montant d'un fil tendu à travers une plaque de verre horizontale et libre vers le haut éclairaient la fente. La longueur des lignes fait voir que les rayons moins réfrangibles (bleus) sont émis pendant un temps plus long que les rayons plus fortement réfrangibles (violets et ultra-violets).

Des fils de charbon minces, pulvérisés de cette même manière, ont présenté un spectre continu. Comme le fait remarquer l'auteur, la question de savoir si le charbon peut être réduit à l'état gazeux pourrait peut-être être élucidée par des expériences analogues. M. Braun n'a pas eu de difficulté à reconnaître sous le microscope l'existence de globules de charbon fondu, d'un aspect identique à celui des globules métalliques fondus, formés dans des conditions analogues.

Quant à savoir si les métaux pulvérisés ne contiennent point des additions d'oxydes, cette supposition est confirmée par l'aspect d'un noir mat que présentent certains métaux à l'état pulvérisé, tandis que d'autres raisons viennent, au contraire, s'y opposer.

Certaines observations ont amené l'auteur à penser qu'une séparation de métaux formant alliage serait possible par un procédé analogue. En faisant passer la décharge à travers un fil de laiton de 0^m,006 d'épaisseur, il a en effet retrouvé le zinc presque entier entre les plaques de verre, tandis que le cuivre s'est précipité sur les plaques de garde verticales sous la forme de bandes verticales fines. Les alliages platine-argent se décomposent de la même manière.

Voici l'explication avancée par l'auteur : Afin de réaliser la séparation, il convient de choisir une température telle que le laiton soit bien fondu. C'est alors que le zinc, commençant à se vaporiser, projettera des deux côtés les particules de laiton fondu. Ces dernières, dans leur trajectoire, émettront de nouvelles quantités de zinc qui distille, de façon que les particules extrêmes consistent essentiellement en cuivre pur.

§ 4. — Électricité industrielle

Le Potentiomètre Crompton. — L'emploi du potentiomètre comme instrument normal de mesure des sources de courant continu a été suggéré à l'origine par le Professeur Fleming ; mais c'est au lieutenant-colonel Crompton, de Chelmsford, que l'on est redevable de son adoption dans la pratique.

L'instrument consiste essentiellement en un long fil qui reçoit un courant électrique d'une batterie à courant constant. Si le fil est homogène et de même grossueur dans toute sa longueur, la différence de potentiel entre deux quelconques de ses points est proportionnelle à la longueur du fil interceptée entre ces deux

¹ *Annalen der Physik*, n° 7, 1905.

points. Dans le potentiomètre Crompton, la chute de potentiel le long du fil de mesure s'ajuste de façon à répondre au cas que l'on étudie, au moyen de résistances placées dans son circuit, le maximum employé dans chaque cas étant de 2 volts, qu'on obtient avec un seul petit accumulateur. Les différences de potentiel sont mesurées en les comparant à la force électromotrice d'une pile de Clark. Les courants sont mesurés en les faisant passer dans une bande de manganine à laquelle sont fixées deux bornes, la différence de potentiel entre ces deux bornes, pour un courant de tension donnée, ayant été déterminée au préalable.

Dans la pratique, le potentiomètre Crompton est construit comme suit (fig. 1).

Le fil calibré, marqué AB, est enroulé sur quatorze bobines, appelées bobines du potentiomètre; une autre partie du fil, BC, en ligne droite, est appelée fil de l'échelle; les résistances des diverses bobines du fil droit sont égales. Un contact de glissement Q se meut le long des bornes des quatorze bobines, et un autre R le long du fil droit. Dans la position que montre la figure, la lecture de l'instrument donne 1,046.

Les couples de points dont on veut comparer les différences de potentiel sont connectés aux blocs d'un commutateur bipolaire K, dont les manettes MN établissent la communication des points — une paire à la fois — avec les contacts de glissement Q, R, au travers du galvanomètre. Le manipulateur H du galvanomètre est arrangé de façon à compléter le circuit au travers de deux résistances qui, à tour de rôle, forment court-circuit quand le manipulateur est déplacé. Le courant nécessaire s'obtient au moyen d'une batterie secondaire G. Une résistance ajustable, consistant en une série de bobines DE et en un rhéostat continu F, est placée dans le circuit. En les ajustant, la résistance du circuit et le courant qui y circule et qui provient de la batterie d'accumulateurs peuvent être changés de façon continue et, par suite aussi, la chute de potentiel le long du fil de l'échelle. L'opérateur obtient alors l'équilibre du galvanomètre avec la pile étalon quand l'indication des contacts de glissement est égale à la force électromotrice de la pile à sa température actuelle. Si, par exemple, la température de la pile est de 15°, sa force électromotrice étant de 1,434 volts, les contacts des glissements doivent être placés à ces chiffres, et le galvanomètre ramené à zéro en réglant la résistance DE et le rhéostat F. Quand ce résultat est obtenu, les indications de l'échelle à tous les points représentent des lectures directes en volts.

Fig. 1. — Potentiomètre Crompton. — ABC, fil calibré; Q, R, contacts de glissement; K, commutateur bipolaire à manettes M, N; H, manipulateur du galvanomètre DE; bobines; F, rhéostat; G, batterie secondaire.

Emile Guarini.

Comparaison des lampes au tantale et des lampes à filament de charbon.

— D'après le *Zeitschrift für Elektrotechnik* de Vienne, une intéressante comparaison a été faite entre les lampes à filament de tantale et les lampes à filament de charbon au point de vue de leur sensibilité aux variations de tension du réseau. Les lampes en expérience étaient construites pour 110 volts et présentaient, sous cette tension, la même intensité lumineuse de 25 bougies. Elles étaient soumises à des tensions variables et croissant jusqu'à 200 volts, et pour certaines valeurs on

photométrait les lampes au moyen du photomètre Lummer, tout en mesurant leur consommation à la manière ordinaire.

A 75 volts, la lampe au carbone donnait 2,5 bougies et la lampe au tantale 6,4. A 110 volts, on vérifiait également les intensités lumineuses des deux classes de lampes : toutes deux étaient de 25 bougies. A 160 volts, la lampe au tantale donnait 93 bougies et la lampe au carbone 209. L'augmentation excessive d'intensité de la lampe au carbone demeurait sensible au delà de 160 volts, et à 200 la lampe était si vite brûlée qu'on n'avait pas le temps de la photométrer. Les lampes au tantale donnaient, sous 200 volts, 206 bougies.

Quant aux consommations trouvées au cours des mêmes expériences, elles ont été excellentes pour la lampe au tantale, puisque, pour 110 volts, la consommation constatée a été de 1,06 watt par bougie.

Il résulte donc de ces essais qu'au point de vue de la consommation et de la durée, les variations de tension d'un réseau affectent beaucoup moins les lampes au tantale que les lampes à filament de charbon.

§ 5. — Chimie

Piles électriques à l'oxyde de carbone et au carbone.

— Les essais de combinaison du carbone ou de l'oxyde de carbone à l'oxygène avec production d'énergie électrique sont restés jusqu'à au-

jourd'hui infructueux. On a souvent construit des piles présentant le carbone ou l'oxyde de carbone au pôle négatif, et l'on a attribué l'énergie de ces éléments à l'activité électromotrice de C ou CO. Mais l'examen scientifique a bientôt montré que la force produite est due à d'autres modifications chimiques ou à des influences thermiques. MM. Haber et Bruner ont montré que l'exemple le plus remarquable

de ce genre, l'élément au carbone de Jacques, est en réalité une pile à gaz tonnant¹.

Or, MM. F. Haber et A. Moser viennent de trouver une solution du problème : ils ont réussi à constituer une pile dans laquelle les substances qui forment la source de la force électromotrice sont bien le carbone ou l'oxyde de carbone et l'oxygène².

Dans cette pile, le verre chauffé (à environ 500° C.) constitue l'électrolyte. On se sert d'un tube à essai en verre doux, dont les surfaces extérieure et intérieure sont platinées à l'extrémité fermée afin de servir d'électrodes. Le courant est amené à ces surfaces platinées par un fil de platine fin. On entoure alors les surfaces intérieure et extérieure du tube d'une atmosphère du mélange gazeux particulier à l'étude; c'est généralement de l'oxyde de carbone dilué avec de l'anhydride carbonique, d'une part, et de l'air d'autre part.

Des mesures précises ont montré que la force électromotrice développée aux points d'ébullition du soufre et du pentasulfure de phosphore (1 volt environ) concorde très exactement avec celle qu'on calcule par la Thermodynamique; il en est de même pour l'effet du changement de concentration de CO, CO² et O.

Quand on emploie des mélanges de concentration

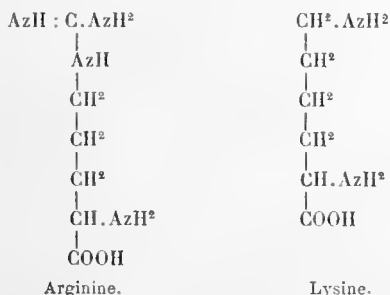
¹ *Zeitschrift für Elektrochemie*, 1904, t. X, p. 697.

² *Zeitschrift für Elektrochemie*, 1905, t. XI, p. 593-609.

élevée en CO, il y a dépôt de carbone par dissociation du gaz, et la pile est transformée en élément dans lequel le carbone lui-même forme la substance active.

La constitution de l'histidine. — On a insisté à plusieurs reprises dans cette *Revue*¹ sur le rôle important que jouent les trois bases hexoniques, l'arginine, la lysine et l'histidine, dans la constitution des protamines et des matières albuminoïdes, et l'on a montré que, dans l'enquête, si vaste par son ensemble et si minutieuse dans ses détails, ouverte depuis plus de cinquante ans sur la constitution des produits de la dislocation des protéiques, l'établissement d'une formule de structure pour ces trois bases représente un chapitre très important.

Les deux premières, l'arginine et la lysine, ont assez vite révélé leur secret. On sait que l'arginine est l'acide guanidino- α - δ -diamino-valérianique, et la lysine, l'acide α - ϵ -diamino-caproïque :



Mais l'histidine $\text{C}^8\text{H}^9\text{Az}^2\text{O}^2$ avait, jusqu'à ces derniers temps, résisté aux efforts des chercheurs.

Voici que MM. Knoop et Windaus viennent d'établir d'une manière presque complète la constitution de cette base.

M. S. Fraenkel² avait montré d'abord :

1^o Que l'histidine contient un groupe carboxyle COOH. En effet, ce corps déplace l'acide carbonique du carbonate de cuivre pour former un sel de cuivre facilement soluble; porté à une température supérieure à son point de fusion, il perd CO²; enfin, et surtout, M. Pauly³ réussit plus tard à préparer un éther méthylique dont le chlorhydrate est bien cristallisé;

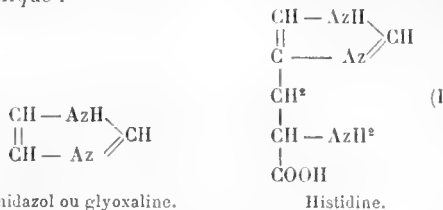
2^o Que cette base contient un groupement d'amine primaire — AzH² et un seul. En effet, traitée par l'hypobromite de sodium, elle perd un atome d'azote qui se dégage et il se forme une oxydésaminohistidine sur laquelle on reviendra plus loin;

3^o Que l'histidine ne contient pas de méthyle combiné à O ou à Az, détermination qui fut faite à l'aide de la méthode connue de MM. Zeisel et Herzig-Mayer.

Cherchant ensuite à établir la nature des deux autres atomes d'azote, M. Pauly fit voir que l'un de ces atomes appartient à un groupement imide = AzH, car, en présence du chlorure de l'acide β -naphtalène-sulfonique, l'histidine fixe deux restes naphtalène-sulfoniques. Comme l'un de ces deux restes est fixé par l'unique groupe AzH² de la molécule, l'autre ne peut être retenu que par un groupe AzH. Le troisième atome d'azote devait donc appartenir à un groupement amine tertiaire. M. Pauly présente, en outre, une critique très serrée des conclusions que M. Fraenkel avait tirées de son travail. En effet, comme l'histidine ne donne aucune des réactions indiquant l'existence d'un groupe guanidino ou d'un complexe pyrrolique, qu'elle présente par contre la réaction de Weidel, M. Fraenkel avait conclu à la présence d'un noyau pyrimidique. Il serait trop long de reproduire ici le raisonnement très serré à l'aide

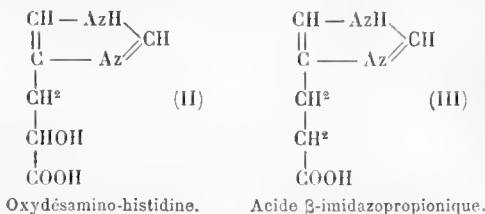
duquel M. Pauly a démontré l'insuffisance de cette hypothèse. D'ailleurs, MM. Knoop et Windaus ont montré que l'histidine n'est pas attaquée par le sodium et l'alcool, ce qui est tout à fait contraire à la conclusion de M. Fraenkel, puisque le noyau pyrimidique s'ouvre dans ces conditions et que la méthylpyrimidine, par exemple, est réduite à l'état de diamino-butane⁴.

Cette résistance de l'histidine confirme, au contraire, l'hypothèse d'un noyau d'imidazol, proposée par Pauly, et qui ferait de l'histidine un acide α -amino- β -imidazol-propionique :

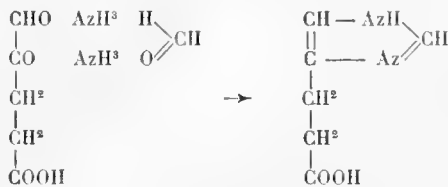


Cette formule rend compte, en outre, de l'existence de l'histidine biargentique, un atome d'argent se substituant à l'hydrogène de COOH et l'autre à l'hydrogène du groupe imide AzH. De fait, l'imidazol donne un dérivé argentique par substitution du métal à l'hydrogène imidé.

MM. Knoop et Windaus viennent de confirmer cette formule par voie synthétique. Si la formule (I) de M. Pauly est exacte, l'oxydésamino-histidine de M. Fraenkel, représentée alors par le schéma (II), doit fournir par réduction le composé (III), soit donc l'acide β -imidazol-propionique.



Or, cet acide, encore inconnu, a pu être obtenu synthétiquement par MM. Knoop et Windaus⁵ en partant de l'acide glyoxypropionique de M. L. Wolff⁶, que l'on condense avec de la formaldéhyde et de l'ammoniaque d'après le schéma :



Les deux acides ainsi obtenus ont pu être identifiés d'une façon très précise, car l'acide imidazol-propionique cristallise bien, présente un point de fusion ou plutôt de décomposition très net, et donne une série de dérivés: nitrate, chlorure, iodure, chloroplatinate, etc., bien caractéristiques.

La constitution de l'histidine se trouve donc déterminée; sauf en ce qui concerne la position qu'occupe le groupe AzH² dans la chaîne propionique et que MM. Knoop et Windaus se proposent d'établir par un essai d'oxydation. Si AzH² est bien en position α , on devra obtenir dans ces conditions l'acide imidazol-acétique.

¹ Voyez la *Revue* du 15 février et du 30 mai 1899.

² S. FRAENKEL : *Monatsh. f. Chem.*, t. XXIV, p. 229.

³ H. PAULY : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLII, p. 508.

⁴ BYK : *D. chem. G.*, t. XXXVI, p. 1924.

⁵ KNOOP et WINDAUS : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. VII, p. 144, 1905.

⁶ WOLFF : *Ann. d. Chem.*, t. CCLX, p. 91.

§ 6. — Sciences médicales

Les bienfaits de la réforme temporaire dans l'armée. — M. le médecin-major Bonnette vient de publier¹, sur ce sujet, une étude très documentée qui semble prouver les heureux effets de la réforme temporaire dans l'armée. Parmi de nombreux exemples, celui-ci semble assez net : Pendant dix-huit ans, de 1880 à 1897, les deux bataillons du régiment d'infanterie de Bourg-en-Bresse (environ 1.200 hommes) ont fourni en moyenne trente-cinq réformes n° 2. Depuis l'adoption de la réforme temporaire, c'est-à-dire depuis six ans, le nombre des réformes n° 2 a diminué au moins du cinquième, grâce aux renvois temporaires dont le nombre a progressivement augmenté (54 en moyenne). Ainsi, dans deux bataillons d'infanterie, le nombre des exclus définitivement a diminué et, en outre, ce qui n'est pas négligeable, une cinquantaine d'hommes, qui se trouvaient affaiblis, anémiés par le rhumatisme articulaire aigu, la grippe, des bronchopneumonies, des pleurésies ou des affections suspectes, ont été provisoirement éliminés du rang et ont pu, loin de l'air empesté des chambrées et de la vie débilitante de la caserne, réparer leurs forces et fortifier leurs poumons en pleine campagne, en plein soleil : ce n'est point, à notre avis, un mince résultat.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Les travaux de la Mission Maclaud pour la délimitation de la frontière entre la Guinée française, la Casamance et la Guinée portugaise. — La Mission chargée, sous la direction du D^r Maclaud, de la délimitation et de l'abornement, de concert avec une Mission portugaise, de la frontière entre la Guinée portugaise et nos territoires limitrophes de l'Afrique occidentale (Casamance et Guinée française) a achevé, avec succès ses travaux, après trois campagnes très dures. Les pays à travers lesquels elle a opéré étant pour la plus grande part inexplorés ou mal connus, la Mission a rapporté des renseignements géographiques nouveaux, en même temps que de précieuses indications au point de vue économique et des documents scientifiques très nombreux et de tout ordre.

Nous avons déjà parlé de la première campagne, au cours de laquelle fut abornée, en 1902-1903, toute la frontière méridionale de la Guinée portugaise². En 1903-1904 fut achevée la détermination du parallèle 12°40' Nord depuis 16° jusqu'à 17°30' de longitude Ouest de Paris et entamée la délimitation de la frontière entre ce point et le cap Roxo. Au cours de la dernière campagne (1904-1905), le tracé a été mené jusqu'à l'Atlantique séparant les bassins des rivières Casamance et Cachéo.

Relevons d'abord quelques-unes des notions données par la Mission sur les pays parcourus durant les deux dernières campagnes. Entre 16° et 17°30' de longitude ouest, elle a traversé la riche et fertile province du Fouladou, dont elle a signalé les ressources abondantes. Le pays est uniformément plat et couvert d'épais fourrés de bambous. Les cours d'eau, larges et sinueux, ont des rives basses et imprécises, sur lesquelles les indigènes font d'excellentes récoltes de riz. A côté des Peulhs ou Foulbés, qui déplacent souvent leurs villages, résident les Mandingues, asservis par eux et plus sédentaires. Mandingues et Peulhs ne se mélangent pas, et presque tous les villages comptent deux groupes de cases : Foulacounda signifie endroit où habitent les Foulbés, et Moricounda endroit où résident les Mandingues. Le Fouladou pourrait nourrir une population dix fois plus nombreuse ; les champs de coton sont abondants et, autour de chaque village,

paissent de magnifiques troupeaux de bœufs. Dans le Sankolla, on trouve beaucoup de lianes à caoutchouc à peine exploitées ; des forêts de palmiers à huile bordent les rivières.

A mesure qu'on s'approche de la Casamance, sur laquelle on trouve, à 2.300 mètres à l'ouest du méridien 17°30' Ouest de Paris, le village de Kolibantan, l'aspect du pays se modifie. A la flore guinéenne succèdent les essences sénégalaises ; on trouve de plus en plus fréquentes les cultures d'arachides et de mil, les champs de Calebasses et de coton ; les villages sont moins clairsemés.

Jusqu'au poste de Farim, sur le Cachéo, situé à peu près sur le même méridien dans la Guinée portugaise, on reste, au contraire, en plein pays guinéen. La latérite et les grès rouges affleurent dans le voisinage d'une ligne de faite de faible élévation (35 mètres environ) qui sépare le bassin de la Casamance de celui du Cachéo.

La frontière, qui de 16° à 17°30' de longitude était une ligne droite, se tient, à partir de ce dernier méridien, à égale distance du rio Cachéo et de la Casamance. La Mission se trouvait donc amenée à explorer ces deux bassins.

Dans l'un et l'autre, des marigots profonds et salés pénètrent au loin dans l'intérieur des terres. Une dizaine de kilomètres seulement séparent le marigot de San Domingo, diverticule du Cachéo, du marigot de Guidel, tributaire de la Casamance. Lorsqu'on approche de la mer, on voit ces canaux s'aboucher les uns dans les autres et constituer un réseau compliqué de lagunes que traversent de violents courants marins. Ce dédale de canaux modifie profondément le régime des marées, qui se font encore sentir à 50 kilomètres en amont de Farim. La plupart navigables, ils peuvent rendre de grands services pour la mise en valeur du pays.

Le Cachéo, qui est la grande artère de la Guinée portugaise, est une merveilleuse voie de pénétration, de même que la Casamance du côté français. De Farim à Cachéo, le fleuve portugais se présente comme un large couloir sinueux, qu'on dirait taillé à l'emporte-pièce dans la nappe verte des palétuviers. Son lit, large de 200 mètres à Farim, s'étale dans les alluvions voisines de la côte. Sa profondeur est partout considérable ; à 200 kilomètres de l'embouchure, elle est encore de 7 mètres à mer basse et les grands navires peuvent remonter jusqu'à Farim. Les poissons de toute sorte abondent dans le fleuve et dans ses affluents ; la pêche et le séchage du poisson sont une des principales industries du pays. Dans la région de marécages qui s'étend entre le Cachéo et la Casamance, les opérations de la Mission devaient, on le comprend, présenter de grandes difficultés.

La Mission a employé, pour obtenir les positions devant lui fournir des points de départ pour ses travaux géodésiques, des procédés différents selon les facilités du terrain. Chaque fois qu'on put déterminer des positions par rapport à des points indiscutablement connus, on employa la méthode du transport de l'heure par chronomètre. Quand ce ne fut plus possible, on eut recours à la méthode astronomique des occultations d'étoiles par la Lune. Les positions déterminées par ces divers procédés servirent de bases pour le relevé complet de la frontière par la méthode du chaînage, qui donne des résultats très précis, mais qui, dans la pratique, est d'un emploi long et souvent pénible. Il faut, en effet, passer par tous les obstacles, quels qu'ils soient, et ils ne manquèrent pas à la Mission, qui rencontra, outre l'inévitable brousse, des forêts impénétrables, puis les boues gluantes des marécages du Cachéo et tous les dangers d'une région malsaine, et enfin qui eut à compter avec l'hostilité des habitants.

Les observations astronomiques furent continuées pendant toute la route, autant qu'on le put, et toujours elles corroborèrent l'exactitude des opérations à la chaîne hectométrique. Les travaux géodésiques de la

¹ *Bulletin médical*, 1905, n° 53.

² *Revue générale des Sciences*, 1904, p. 222.

Mission permirent de relever des erreurs considérables dans le tracé de la Casamance et dans la position de Sedhiou.

Dans la partie de la frontière comprise entre l'intersection du parallèle 12°40' Nord avec le méridien 17°30' Ouest de Paris et le cap Roxo, sur l'Océan Atlantique, il fallut obtenir un tracé exact du cours du rio Cacheo et de la Casamance, puisque la frontière devait, en vertu du protocole du 12 mai 1886, se tenir à égale distance des deux rivières.

Le moyen employé par la Mission, comme répondant le plus exactement à cette condition, consista à relier par une ligne brisée la borne 112, située à l'intersection du parallèle 12°40' et du méridien 17°30', aux angles saillants septentrionaux de la rivière de Cacheo et aux coudes méridionaux de la Casamance. La médiane du polygone ainsi formé détermina la frontière.

Le bornage a été fait par la Mission avec un soin méticuleux et, si jamais un incident de frontière se produisait, il serait extrêmement facile de rétablir les droits de chacun.

Il a été posé 184 piliers en pierre, et, là où la pierre manquait, entre la Casamance et le Cacheo, on les a construits en briques. Jamais ces piliers ne sont distants de plus de 6 kilomètres, sauf en un endroit où l'on a rencontré une mer de boue. Aucune des bornes n'est perdue dans la brousse; elles sont toutes établies sur des accidents de terrain où elles sont faciles à retrouver. On en a placé à tous les sentiers et sur le bord de toutes les rivières qui coupent la frontière. D'une borne à l'autre, la frontière est marquée, soit par une ligne droite, soit par le thalweg d'un cours d'eau quand il s'en trouve. En supposant que les bornes soient envahies par la brousse ou détruites par toute autre cause, on retrouverait facilement leur emplacement soit par la carte, soit en se reportant aux procès-verbaux qui sont rédigés de la façon la plus précise et la plus détaillée.

Les résultats de la Mission, au point de vue de la frontière adoptée, sont des plus satisfaisants. Le principe qui a présidé aux revendications de la Mission française a été de sauvegarder les voies navigables. C'est ainsi qu'elle a pu conserver à la France, près de l'embouchure de la Casamance, tout le réseau navigable du rio de Cajinolle et du marigot de Soukoudiak. Toutefois, l'embouchure de cette dernière rivière reste portugaise, aux termes du traité de 1886.

Outre le travail de délimitation, la Mission rapporte une carte dressée par l'administrateur Brocard et le levé de nombreux itinéraires de l'administrateur Leprince. Les minutes de la carte ont été faites au 10.000°. Un assemblage au 100.000° a été exécuté sur le terrain même; c'est cette carte qui constate les travaux faits en commun avec les Portugais et c'est d'après elle qu'ils ont été acceptés. On fait actuellement au Ministère des Colonies une carte au 250.000°, qui restera comme document au Ministère des Affaires étrangères.

La Mission a rapporté, en outre, d'importantes collections d'Histoire naturelle qui ont été envoyées au Muséum et qui sont étudiées par des spécialistes. Les recherches ont particulièrement porté sur la faune et la flore économiques, sur les insectes nuisibles, sur les parasites, sur les plantes alimentaires et médicinales. Un grand nombre d'espèces sont nouvelles, notamment parmi les insectes; il en est de même de beaucoup de plantes, dans les familles les plus diverses, jusqu'aux mousses.

Des documents entièrement nouveaux ont été rapportés sur les grands Mammifères de la zone désertique de la haute Casamance: singes, antilopes, etc. Des renseignements inédits permettent de commencer l'histoire biologique de ces espèces. Les végétaux ont été étudiés tant au point de vue de la morphologie que de la science appliquée.

D'une façon générale, les observations faites par le Dr Maclaud en Histoire naturelle ont été surtout dirigées dans le sens des études biologiques, en même temps qu'il a noté toutes les particularités pouvant offrir quelque intérêt au point de vue économique.

Les échantillons de roches qui ont été réunis ont permis de commencer à dresser la carte géologique de la Casamance.

Enfin, la Mission a été amenée à étudier très en détail les nombreuses races indigènes avec lesquelles elle a été en contact sur son parcours et elle a rapporté des documents ethnographiques considérables.

Après les Nalous, les Yolas, les Tendras, les Bagas, les Landoumans, les Mékhiforés durant la première campagne, puis les Peulhs, les Mandingues durant la seconde, la Mission a rencontré les Balantes et les Bagnounks, entre la Casamance et le Cacheo.

Les Balantes, qui viennent de la Guinée portugaise, ont le type nigritien très accentué. Ils vivent dans l'anarchie la plus complète; ils se font remarquer par leur penchant au vol et leur amour du pillage. L'insécurité la plus complète règne aussi bien entre villages de même race que sur leurs frontières. Les Balantes se bornent à cultiver pour les besoins de la famille et n'ont que de maigres troupeaux¹.

Les Bagnounks sont aussi misérables que les Balantes, mais beaucoup plus lâches.

La Mission recueillit aussi des données très complètes sur les Bayottes, qui habitent le pays au sud de Ziguinchor. Les Bayottes sont de race diola. Ils sont de taille moyenne, ont les traits du visage grossier, le regard fuyant et surnois; ils sont presque toujours nus. Comme toutes les autres peuplades de ces régions, ils vivent dans l'anarchie. Ils sont assez bons cultivateurs et pratiquent quelques industries, comme le tissage du coton².

Plus à l'ouest, on se heurta aux Diolas Floups, et il fallut repousser les attaques de la tribu des Diamates.

Toutes ces tribus, qui habitent la basse Casamance, ont entre elles de grandes affinités et elles paraissent se rapprocher aussi beaucoup des autres peuplades primitives de l'Afrique occidentale. On pourrait y voir comme des restes d'une grande race primitive, repoussée et disloquée par des invasions successives et dont les débris épars se seraient trouvés arrêtés seulement par les obstacles naturels: la grande forêt ou la mer.

Gustave Regelsperger.

§ 8. — Congrès

Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques. — La XIII^e session du Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques se tiendra à Monaco, sous le haut protectorat du Prince Albert I^{er}, du 16 au 21 avril 1906. Les importantes découvertes faites dans la région, notamment celles dont la science est redevable à l'initiative du Prince de Monaco lui-même, donneront à cette session un intérêt tout particulier. En dehors des séances, où seront traitées à la fois des questions locales et générales, des excursions seront organisées, notamment aux célèbres grottes de Baoussé-Roussé et à quelques enceintes préhistoriques.

Peuvent faire partie du Congrès et ont droit à toutes ses publications les personnes qui en font la demande et ont acquitté la cotisation de 15 francs. Pour tous renseignements, s'adresser à M. le Dr Verneau, secrétaire général, 61, rue de Buffon, à Paris.

¹ JULES LEPRINCE: Notes sur deux tribus de la basse Casamance (*Revue coloniale*, septembre 1905, p. 513).

² JULES LEPRINCE: Les Bayottes (*Le Tour du Monde*, 7 et 14 octobre 1905. A travers le monde).

LA MÉTHODE DES HAUTEURS ÉGALES

EN ASTRONOMIE DE POSITION

I. — CRITIQUE DES DÉTERMINATIONS ACTUELLES DES POSITIONS PRÉCISES.

§ 1. — Précision des déterminations actuelles.

Les observations astronomiques effectuées dans les observatoires permanents ou temporaires, en vue de déterminer les coordonnées des astres ou simplement celles du zénith sur la sphère céleste à une heure donnée d'une pendule, sont loin de fournir des résultats aussi précis que sembleraient l'indiquer les valeurs des erreurs probables dont on les fait suivre ordinairement. S'il est de règle, dans les déterminations de cette espèce, de donner les latitudes et les déclinaisons au 1/10 de seconde d'arc, les ascensions droites et les heures au 1/100 de seconde de temps, il s'en faut que l'approximation réellement obtenue soit de l'ordre de la dernière décimale, et il arrive même souvent qu'on ne peut compter sur l'exactitude de l'avant-dernière. Pour s'en convaincre en ce qui concerne les coordonnées comptées suivant le méridien, il suffit d'examiner les écarts des valeurs brutes de la latitude d'un même lieu obtenues par le même observateur avec le même instrument et en employant la même méthode. Ces écarts augmentent, en général, lorsqu'il y a plusieurs observateurs, et ils prennent presque toujours une allure systématique lorsqu'on change de méthode ou d'instrument. C'est ainsi que les valeurs de la latitude obtenues avec un cercle méridien, d'une part, indépendamment des erreurs de positions d'étoiles, par l'observation de circompolaires à leurs passages supérieur et inférieur, d'autre part, presque indépendamment de la réfraction, par l'observation de circomzénithales, présentent des écarts moyens de même signe qui atteignent une seconde pour une année. Même différence entre les résultats fournis par les mêmes étoiles observées avec un cercle méridien et un cercle mural.

Pour ce qui est de l'heure et des ascensions droites, on constate également des écarts dépassant parfois 0^s,1 entre les ascensions droites conclues des mêmes étoiles prises le même jour par des observateurs différents.

Afin de trouver l'explication de la faible précision obtenue dans la détermination des positions du zénith et des astres, il convient d'examiner les méthodes et les instruments en usage actuellement.

Dans les observatoires modernes, le *cercle méridien*

est aujourd'hui à peu près seul employé pour cette détermination; et c'est le même instrument, avec des dimensions réduites afin d'être plus aisément transportable, qui sert dans toutes les grandes opérations de géodésie et de géographie mathématique pour obtenir l'heure et la latitude. Nous nous bornerons donc à étudier cet instrument et les méthodes d'observation méridienne.

§ 2. — Observations méridiennes.

Les observations avec un instrument méridien étant différentes suivant qu'il s'agit de la détermination de la latitude et des déclinaisons, ou de l'heure et des ascensions droites, nous diviserons cette étude en deux parties :

1. *Détermination de la latitude et des déclinaisons.* — Le problème consiste à mesurer des distances zénithales méridiennes d'astres. Si la déclinaison de l'astre est connue, la mesure donne une valeur de la latitude. Si, au contraire, on connaît la latitude, la mesure fournit la déclinaison.

La série des opérations nécessaires pour obtenir une distance zénithale comprend le pointé de l'étoile, précédé et suivi d'un pointé du nadir dans la même position de l'observateur, et les lectures correspondant à ces trois pointés. La distance zénithale se déduit de la différence entre la moyenne lecture du nadir et celle de l'étoile. Or, cette différence est affectée des erreurs de pointé, de lecture et de division du limbe. En outre, on admet que la lecture du nadir qui correspond au pointé de l'étoile est la moyenne des lectures avant et après, ce qui n'est rien moins que démontré.

En pratique, comme les pointés du nadir sont longs et *pénibles*, au lieu de les faire avant et après chaque étoile, ce qui serait logique, on intercale une série d'une dizaine d'étoiles entre deux pointés du nadir, et l'on fait encore correspondre au pointé de chaque étoile la moyenne des lectures du nadir obtenues dans la même position de l'observateur, comme si le cercle porte-microscopes restait immobile durant la série. Pour constater l'immobilité de ce cercle, on n'a que le niveau qui lui est fixé, et l'on sait que ses indications sont rarement d'accord avec celles *que donne* le bain de mercure. De plus, le fil du réticule n'est jamais complètement horizontal, et, comme les pointés ne se font pas exactement au même point du fil, cette cause d'erreur, si petite qu'elle soit, vient encore

fausser les données de l'observation. Enfin, il reste les erreurs dues à la flexion de la lunette.

Il est difficile, on le conçoit, de donner une idée même approximative de l'importance de ces diverses erreurs. Celle de lecture, par exemple, qui paraît pouvoir être évaluée le plus aisément, dépend de la grandeur du cercle, de la perfection de sa division, de l'éclairage et du nombre des microscopes. Pour le grand modèle de cercle portatif à quatre microscopes, on peut affirmer cependant qu'elle n'est pas inférieure à $\pm 0''{,}5$. Celle de la différence des lectures du nadir et de l'étoile est, par suite, au moins égale à $\pm 0''{,}5\sqrt{2} = \pm 0''{,}7$. En y ajoutant les erreurs de division, on voit que la différence des lectures est obtenue au plus à $1''$. Avec les grands cercles fixes des observatoires, l'erreur de lecture doit être sensiblement plus faible, et comme, par l'étude du cercle, on connaît les erreurs de division, il semble qu'on doive arriver à une précision beaucoup plus grande. Il n'en est rien cependant : diverses causes encore mal connues font que la précision apparente des lectures est illusoire. En outre, les déformations irrégulières du cercle divisé sous l'influence de la pesanteur sont d'autant plus à craindre que le cercle est plus grand.

Aux erreurs énumérées ci-dessus, et qui tiennent à l'instrument employé et à l'observateur, il faut ajouter une erreur physique redoutable, celle qui provient des anomalies de la réfraction. Dans les déterminations de latitude, on parvient à l'éliminer en partie en observant des étoiles culminant à une faible distance du zénith, en même nombre et à la même distance moyenne, vers le Nord et vers le Sud. Mais, pour les déterminations de déclinaisons, elle intervient en entier.

2. *Détermination de l'heure et des ascensions droites.* — La détermination de l'heure par des observations de passages à la lunette méridienne donne lieu à une critique analogue à celle formulée plus haut au sujet des mesures de distances zénithales méridiennes. On s'évertue à obtenir l'instant du passage au fil moyen avec le plus d'exactitude possible en mettant un grand nombre de fils, et, au lieu de déterminer les corrections immédiatement avant et après chaque équatoriale, on en prend parfois une dizaine sans pointer la mire et sans faire de nivellement pour ne pas perdre de temps. Or, si la collimation varie en général assez peu pour pouvoir être regardée comme constante pendant toute la durée d'une série et n'être, par suite, déterminée qu'une fois, il n'en est pas de même de l'inclinaison et de l'azimut, qui changent constamment et parfois très rapidement, surtout dans les instruments portatifs. Ces changements

peuvent entraîner pour les corrections des variations supérieures à la précision obtenue pour le passage au fil moyen. Il importe donc de n'interpoler les valeurs de l'inclinaison et de l'azimut que dans le plus court espace de temps possible, et par conséquent de les déterminer avant et après chaque passage d'étoile. En opérant autrement, on augmente le nombre des résultats aux dépens de leur précision.

Ce qui peut excuser jusqu'à un certain point l'usage si répandu de considérer les erreurs instrumentales comme constantes pendant toute la durée d'une série, c'est la difficulté qu'on éprouve à les déterminer exactement. Laissons de côté la collimation, bien qu'on trouve généralement des différences très appréciables et inexplicables entre la *collimation physique* et la *collimation polaire*, et passons immédiatement à l'*inclinaison*. Y a-t-il un instrument plus capricieux que le niveau? Il indique souvent des variations d'inclinaison bien supérieures aux variations réelles alors que, d'autres fois, de petits changements d'inclinaison provoqués artificiellement le laissent insensible. Nous ne sommes pas éloignés de partager l'opinion de certains observateurs qui pensent qu'un nivellement ne peut être réputé bon que s'il est la moyenne d'un grand nombre de mesures. Mais alors il faut supposer l'inclinaison constante pendant toute la durée de ces mesures ou se résigner à n'obtenir qu'une inclinaison moyenne. Concluons en disant que le niveau est un instrument un peu grossier, qu'il faut bannir autant que possible des mesures de précision, et que son emploi dans la lunette méridienne, à défaut des pointés du nadir qui ne sont pas pratiques, est une cause d'infériorité pour cet instrument. On peut, sans doute, éliminer l'influence de l'erreur d'inclinaison en observant des étoiles qui culminent à une faible hauteur, mais cela n'est possible que dans les latitudes élevées et, d'ailleurs, on tombe dans un inconvénient encore plus grave, comme nous allons le voir.

L'*erreur d'azimut* est la plus difficile à déterminer. Elle s'obtient, en général, par l'observation d'une polaire et d'une équatoriale : c'est dire que l'opération demande un certain temps pendant lequel on suppose l'azimut invariable. On corrige les heures de passage rapportées au fil sans collimation des effets de l'inclinaison de l'axe; la faible précision avec laquelle celle-ci est mesurée se fait sentir sur la correction de la polaire dans les hautes et moyennes latitudes. De l'azimut calculé, on déduit l'azimut de la mire supposé invariable dans le cours d'une soirée. Les azimuts successifs de la lunette résultent alors des pointés sur la mire.

On voit que cette détermination est basée sur quelques hypothèses plus ou moins vraisemblables

et qu'elle comporte un certain nombre d'opérations entraînant autant d'erreurs, et l'on comprend sans peine qu'on ne puisse jamais répondre d'un azimut à 0,1. Aussi a-t-on cherché dans ces derniers temps à se débarrasser de la correction d'azimut en n'observant que des étoiles culminant dans le voisinage du zénith; mais alors l'erreur d'inclinaison a son maximum d'influence; de plus, la précision des observations se trouve diminuée, sauf dans les basses latitudes.

Notons encore les erreurs dues aux flexions latérales et celle qui résulte de l'inégalité de diamètre des tourillons, dont la forme même n'a jamais été définie pour aucun instrument.

On voit donc que, si l'heure du passage d'une étoile équatoriale au fil moyen peut être notée avec beaucoup d'exactitude, la réduction de ce passage au méridien n'est pas susceptible d'être déterminée avec la même précision: le nombre des inconnues est trop grand et il n'y a actuellement aucun procédé qui permette d'obtenir les valeurs simultanées des erreurs instrumentales qui correspondent à l'heure même d'une observation, puisqu'il faudrait autant d'équations que d'inconnues et qu'on ignore jusqu'à la forme des équations pour certaines d'entre elles.

II. — LE PROBLÈME DE L'ASTRONOMIE DE POSITION. LIEUX GÉOMÉTRIQUES.

§ 1. — Véritable énoncé du problème.

Ainsi, non seulement les instruments méridiens ne donnent pas et ne peuvent pas donner la précision qu'on leur attribue souvent, mais encore il est impossible de se faire une idée nette de la précision qu'ils permettent d'obtenir, tant pour la latitude et les déclinaisons que pour l'heure et les ascensions droites.

Devant cette insuffisance de l'instrument universel de l'Astronomie de position précise, on est amené à se demander si, au lieu de déterminer séparément les *coordonnées* des points, il n'y aurait pas avantage à généraliser le problème en considérant les *positions*. En somme, le véritable énoncé du problème qu'il s'agit de résoudre est le suivant:

On connaît par leurs coordonnées: ascension droite et distance polaire, les positions d'un certain nombre d'astres A, B, C, ...; déterminer sur la sphère céleste un point X, position du zénith à un instant donné ou d'un autre astre, de manière que le rayon du cercle d'incertitude soit minimum.

Sous cette forme, on voit qu'il faut chercher une série de *lieux géométriques* du point X qui le déterminent le mieux possible dans toutes les directions.

On sait combien l'introduction de cette notion de lieu géométrique en Navigation a transformé

les anciennes méthodes et quelle clarté elle projette sur tous les problèmes d'Astronomie nautique. En Géodésie, où elle a été apportée par M. Hatt¹, elle rend d'immenses services, non seulement en raison de la précision plus grande qu'elle donne dans les calculs de triangulation, mais aussi pour la facilité avec laquelle elle permet de résoudre les problèmes géodésiques et les simplifications qu'elle suggère dans les opérations sur le terrain; et nul doute qu'elle n'arrive peu à peu à remplacer celle du triangle. Seule, l'Astronomie de position précise est restée fidèle aux anciennes méthodes, et, sauf dans quelques Mémoires trop oubliés, il n'est jamais question de lieu géométrique: il semblerait, au soin avec lequel on évite le mot, lors même qu'on ne peut éviter la chose, que ce soit là une conception grossière, bonne tout au plus pour les applications moins précises telles que la Navigation. Et, pourtant, on ne saurait trop le répéter: *une mesure astronomique quelconque donne un lieu géométrique et ne peut donner autre chose*. C'est la notion fondamentale qui devrait servir de base à l'enseignement de l'Astronomie sphérique tant elle est simple, claire et précise.

§ 2. — Problème de la détermination d'un point sur le plan.

Avant de chercher à résoudre le problème de l'Astronomie de position, nous allons prendre un cas plus simple, celui de la détermination d'un point sur un plan, afin de faire mieux saisir l'esprit de la méthode. Ce problème s'énonce ainsi:

Plusieurs points A, B, C, ... (fig. 1) étant donnés sur un plan par leurs coordonnées rectangulaires

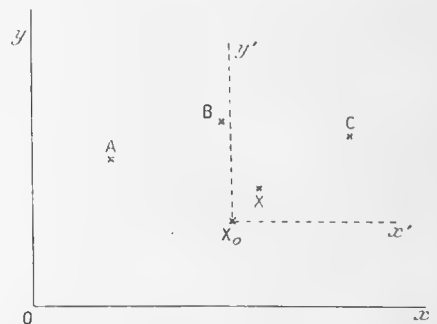


Fig. 1.

$x_A, y_A, x_B, y_B, x_C, y_C, \dots$ déterminer la position du point inconnu X de ce plan de manière que le rayon du cercle d'incertitude soit minimum.

L'observateur a à sa disposition trois espèces de mesures:

¹ HATT: Des coordonnées rectangulaires et de leur emploi dans les calculs de triangulation. *Service hydrographique, de la Marine, 1893.*

1° *Mesure des distances du point inconnu X aux divers points connus A, B, C, ...* Chaque distance mesurée, telle que AX, donne un lieu géométrique de X qui est le *cercle* décrit de A comme centre avec AX comme rayon ;

2° *Mesure en chacun des points connus A, B, C, ... de l'angle que fait la direction du point inconnu AX, BX, CX, ... avec celle d'un point connu AB ou AC, ... BA ou BC, ... CA ou CB ...* Chaque angle mesuré donne un lieu géométrique de X qui est le *relèvement* issu du point connu ;

3° *Mesure au point inconnu X des angles AXB, AXC, ... que font les directions des points connus avec l'une d'entre elles choisie pour origine.* Chacun de ces angles, tel que AXB, donne un lieu géométrique qui est le *segment capable* de l'angle AXB construit sur AB.

Ces trois espèces de lieux géométriques peuvent être employées concurremment pour la détermination de X. Connaissant une position approchée X₀ de X, position qu'il est toujours facile de se procurer, soit graphiquement, soit par le calcul, en prenant l'intersection de deux lieux se coupant sous un angle convenable par exemple, on calcule les coordonnées, par rapport à des axes X₀x', X₀y' parallèles aux premiers, de quelques points de chacun des lieux dans le voisinage de X₀ : deux suffisent si le lieu est une droite, trois si c'est un cercle ; et, si X₀ est suffisamment approché, on peut se contenter dans tous les cas de calculer un point et la direction du lieu en ce point. Sur une projection à une *échelle plus ou moins grande, suivant la précision que les mesures permettent d'espérer pour X*, on porte tous ces éléments de lieux qui représentent la partie utile de chacun d'eux et on a ainsi la traduction graphique des résultats de toutes les mesures.

Si les mesures étaient exactes et s'il n'y avait pas d'erreurs sur les positions des points connus, toutes ces droites concourraient en un même point qui serait le point X cherché. Mais il n'en est pas ainsi. Pour simplifier, supposons les points A, B, C, ... connus exactement, en sorte que les lieux de X ne soient affectés que des erreurs de mesure. Pour *choisir* rationnellement le point à adopter, il est nécessaire de connaître la *précision relative* des différents lieux, précision qui dépend pour chacun d'eux de celle de la mesure qui l'a fourni et de la sienne propre. Ainsi l'erreur probable, dans le voisinage du point X₀ du relèvement AX par exemple, a pour expression :

$$\varepsilon \sin 1'' \times \overline{AX_0},$$

ε étant l'erreur probable en secondes d'arc de la mesure de l'angle qui a fourni le relèvement, BAX par exemple. Il est clair, en effet, que l'erreur pro-

bable du relèvement, c'est-à-dire son déplacement au point X pour l'erreur probable ε sur l'angle, est proportionnelle à la distance AX, ou sensiblement AX₀.

Sa précision peut être définie par l'expression inverse :

$$\frac{1}{\varepsilon \sin 1'' \times \overline{AX_0}},$$

et son poids représenté par le carré de celle-ci, soit par :

$$P = \frac{1}{\varepsilon^2 \sin^2 1'' \times \overline{AX_0}^2}.$$

On trouverait de même les expressions des poids des lieux des deux autres espèces, connaissant les erreurs probables des mesures de l'unité de longueur et des angles en X.

La théorie des erreurs nous enseigne alors que le point le plus probable est celui pour lequel ΣPd² est minimum, d désignant sa plus courte distance au lieu de poids P et le signe Σ s'étendant à tous les lieux géométriques. La construction directe de ce point sur la projection devient très compliquée lorsque le nombre des lieux est un peu grand, et il est plus simple, dans ce cas, d'avoir recours au calcul. Si les poids ne sont pas connus d'une façon assez précise, on peut se contenter de prendre le point au jugé en se guidant d'après le principe fourni par la théorie des erreurs.

Il est évident que le point X est d'autant mieux déterminé que les lieux sont en plus grand nombre et qu'ils se coupent deux à deux sous des angles plus grands. D'autre part, il importe qu'il soit également bien déterminé dans tous les sens et, pour cela, que la somme des poids des lieux dont les directions sont comprises dans un même angle azimutal suffisamment faible soit à peu près constante. On peut alors définir par une quantité unique l'erreur probable de position de X, ainsi qu'on va le voir un peu plus loin. L'expression :

$$\pm \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2 \Sigma P d^2}{n \Sigma P}},$$

où n est le nombre total des lieux, peut être employée pour obtenir cette erreur probable dans le cas où X est déterminé géométriquement.

Si les points A, B, C, ... étaient affectés d'erreurs probables α, β, γ, ..., il en résulterait pour les lieux géométriques des erreurs probables faciles à calculer, qui viendraient s'ajouter à celles provenant des erreurs d'observation et qui influeraient tant sur

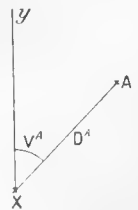


Fig. 2.

le choix du point X que sur la valeur de son erreur probable.

Analytiquement, le problème est des plus simples.

Les formules qui donnent en coordonnées rectangulaires la longueur D^A et l'orientation V^A par rapport à Oy (fig. 2) de la ligne XA qui joint les deux points $X(x, y)$, $A(x_A, y_A)$, sont :

$$(1) \begin{cases} x_A - x = D^A \sin V^A \\ y_A - y = D^A \cos V^A. \end{cases}$$

En les différenciant par rapport à D^A, V^A, x, y, x_A, y_A , on obtient les expressions des variations de D^A et de V^A en fonction de celles des coordonnées des deux points :

$$(2) \begin{cases} dV^A = -\frac{dx \cos V^A}{D^A} + \frac{dy \sin V^A}{D^A} \\ dD^A = -dx \sin V^A - dy \cos V^A \end{cases}$$

$$(3) \begin{cases} dV^A = \frac{dx_A \cos V^A}{D^A} - \frac{dy_A \sin V^A}{D^A} \\ dD^A = dx_A \sin V^A + dy_A \cos V^A. \end{cases}$$

Soit $X_0(x_0, y_0)$ une position approchée de X et posons :

$$x = x_0 + dx, \quad y = y_0 + dy.$$

Si l'on donne à dx et à dy cette signification dans les équations (2), dV^A et dD^A seront les variations d'orientation et de longueur de la ligne XA quand on passe de X_0 à X , et en posant :

$$\begin{cases} x_A - x_0 = D_0^A \sin V_0^A \\ y_A - y_0 = D_0^A \cos V_0^A, \end{cases}$$

on aura :

$$V^A = V_0^A + dV_0^A, \quad D^A = D_0^A + dD_0^A.$$

Cela posé, une mesure de la distance D^A donne l'équation de condition :

$$(4) \quad dD_0^A = -dx \sin V_0^A - dy \cos V_0^A.$$

En second lieu, si l'on mesure au point A l'angle entre un autre point connu $B(x_B, y_B)$ et le point inconnu X , il suffit d'ajouter cet angle à l'orientation calculée de AB ou de l'en retrancher pour obtenir une valeur de l'orientation $180^\circ + V^A$ de AX qui fournit l'équation de condition :

$$(5) \quad D_0^A dV_0^A \sin 1'' = -dx \cos V_0^A + dy \sin V_0^A,$$

dV_0^A étant exprimé en secondes d'arc.

Enfin, si du point X on mesure l'angle entre les deux points connus A et B , on a une valeur de $V^A - V^B$ qui donne une équation de condition d'une troisième sorte :

$$(6) \quad d(V_0^A - V_0^B) \sin 1'' = -dx \left(\frac{\cos V_0^A}{D_0^A} - \frac{\cos V_0^B}{D_0^B} \right) + dy \left(\frac{\sin V_0^A}{D_0^A} - \frac{\sin V_0^B}{D_0^B} \right),$$

avec

$$d(V_0^A - V_0^B) = V^A - V^B - (V_0^A - V_0^B)$$

exprimé en secondes d'arc.

Posons pour abrégier :

$$M = \frac{\cos V_0^A}{D_0^A} - \frac{\cos V_0^B}{D_0^B}, \quad N = \frac{\sin V_0^A}{D_0^A} - \frac{\sin V_0^B}{D_0^B},$$

$$\pm \sqrt{M^2 + N^2} = R, \quad \cos \theta = \frac{M}{R}, \quad \sin \theta = \frac{N}{R};$$

(6) devient :

$$(6') \quad R d(V_0^A - V_0^B) \sin 1'' = -dx \cos \theta + dy \sin \theta.$$

Les équations de condition (4), (5) et (6') sont de forme linéaire, si l'on y regarde dx et dy comme des coordonnées courantes, et représentent les tangentes aux lieux géométriques ou mieux un élément de chacun de ces lieux dans le système d'axes parallèles aux premiers et passant par le point X_0 , à la condition que ce point soit suffisamment approché, ce qu'on peut toujours vérifier *a posteriori*. Les premiers membres sont les distances à l'origine; ils représentent par conséquent les déplacements de chacun des lieux pour la variation correspondante de l'élément mesuré lorsqu'on passe de X_0 à X . Et l'on aura immédiatement l'erreur probable du lieu géométrique en remplaçant cette variation par l'erreur probable de la mesure. Si par exemple $(\epsilon)''$ est l'erreur probable en secondes d'arc de l'angle BAX , l'erreur probable du relèvement représenté par (5) sera :

$$(7) \quad (\epsilon)'' D_0^A \sin 1'',$$

ce qui est l'expression trouvée plus haut directement.

En divisant les deux membres de chacune des équations (4), (5) et (6') par un facteur proportionnel à son erreur probable, on les ramène au même degré de probabilité. Il n'y a plus alors qu'à les traiter par la méthode des moindres carrés pour en tirer les valeurs les plus probables de dx et de dy .

La méthode analytique est celle qu'il convient d'adopter pour la détermination rigoureuse du point le plus probable, lorsque le nombre des équations de condition dépasse trois et que les erreurs probables des mesures sont connues avec assez d'exactitude. Elle permet, en outre, d'obtenir assez simplement les valeurs des erreurs probables $\delta x, \delta y$ des coordonnées x et y .

Si le point X était également bien déterminé dans tous les sens, les quantités δx et δy seraient égales et indépendantes de l'orientation des axes : leur valeur commune représenterait ainsi l'erreur probable de la position du point X dans tous les sens. Par analogie avec ce cas idéal, on peut, si l'on admet que le point est suffisamment bien déterminé dans tous les sens, prendre la quantité

$$\pm \sqrt{\frac{(\delta x)^2 + (\delta y)^2}{2}}$$

pour définir l'erreur probable de la position de X .

Cette convention offre l'avantage que l'erreur est représentée par une quantité unique et qu'elle est indépendante de l'orientation des axes.

Ce qui précède suppose que les points A, B, C, ... sont exactement connus. Si leurs coordonnées étaient affectées d'erreurs probables $\delta x_A, \delta y_A, \delta x_B, \delta y_B, \dots$, les équations (3) permettraient de calculer l'erreur probable de l'élément observé qui en résulte et, par suite, celle du lieu géométrique lui-même qui, combinée avec l'erreur probable provenant de la mesure, donnerait l'erreur probable totale. Prenons comme exemple le relèvement issu de A. Son erreur probable d'orientation, résultant des erreurs $\delta x_A, \delta y_A$ supposées entièrement indépendantes, a pour expression en secondes :

$$(8) \quad (\delta V^A)'' = \pm \sqrt{\left(\frac{\delta x_A \cos V^A}{D^A}\right)^2 + \left(\frac{\delta y_A \sin V^A}{D^A}\right)^2} \times \frac{1}{\sin 1''}$$

et l'erreur probable totale du relèvement ou de l'équation de condition (5) sera :

$$(9) \quad \pm \sin 1'' \times \sqrt{[(\epsilon)'' D_0^A]^2 + [(\delta V^A)']^2}$$

Le problème est donc complètement résolu.

§ 3. — Détermination d'un point sur la sphère immobile.

Le problème de la détermination d'un point sur la sphère supposée immobile n'est guère plus compliqué que sur le plan. La mesure des distances est remplacée par celle des angles au centre, la mesure des angles plans par celle des angles dièdres.

La sphère dont il s'agit ici est la sphère céleste; les points A, B, C, ..., X sont des astres ou le zénith, seul point observable en dehors des astres, et il n'y a à considérer que les angles au centre comptés à partir du zénith, ou *distances zénithales*, et les angles dièdres ayant pour arête la verticale, ou *différences d'azimuts*. Celles-ci, suivant que le zénith Z est l'un des points connus A, B, C, ..., ou le point inconnu X, fournissent un *relèvement* ou un *segment capable sphérique* : le premier lieu est un grand cercle passant par Z, le second une courbe qui diffère plus ou moins d'un cercle. Quant aux distances zénithales, elles donnent des petits cercles de la sphère, appelés *cercles de hauteur*, qui ont, comme dans le cas du plan, le point observé ou le zénith pour centre et la distance mesurée pour rayon. Le point inconnu X sera donc déterminé par des lieux de deux espèces seulement : cercles de hauteur et segments capables sphériques si c'est le zénith, cercles de hauteur et relèvements, si c'est un astre.

On peut encore, pour obtenir la position de X,

combiner les lieux des deux espèces et les tracer sur un plan. X_0 désignant comme précédemment une position approchée de X, on regarde la sphère comme plane aux environs de ce point, ce qui est permis dans des limites plus ou moins étroites suivant la précision qu'on cherche pour X, et l'on détermine à l'aide du calcul, par rapport à deux axes rectangulaires X_{0y}, X_{0x} représentant le méridien et la tangente au parallèle de X_0 , un élément de chacun des lieux dans le voisinage de X_0 , qu'on construit ensuite sur une projection à une échelle convenable. Il ne reste plus alors qu'à choisir le point. Il faut, pour cela, connaître les poids des différents lieux ou les inverses des carrés de leurs erreurs probables. Celles-ci s'obtiennent encore en multipliant l'erreur probable de la mesure exprimée en secondes par le déplacement du lieu pour une variation de $1''$ de l'élément mesuré, déplacement dont il est facile de calculer l'expression géométriquement. Pour le reste, le problème est le même que celui du paragraphe précédent.

Analytiquement, la méthode suivie pour le plan s'applique identiquement à la sphère; les formules sont seulement un peu plus compliquées. Au lieu des formules (1), on a les suivantes, qui donnent la distance zénithale et l'azimut d'un astre A :

$$(10) \quad \begin{cases} \cos \zeta = \cos \delta \cos \lambda + \sin \delta \sin \lambda \cos 15(T - \alpha) \\ \sin \zeta \cos Z = \cos \delta \sin \lambda - \sin \delta \cos \lambda \cos 15(T - \alpha) \\ \sin \zeta \sin Z = -\sin \delta \sin 15(T - \alpha), \end{cases}$$

en désignant par :

- ζ , la distance zénithale;
- δ et λ , la distance polaire de A et la colatitude comptées de 0° à 180° à partir du pôle Nord;
- Z, l'azimut compté de 0° à 360° du Nord vers l'Est;

α et T, l'ascension droite de A et celle du zénith (ou heure sidérale) comptées de 0 à 24 heures du méridien du point γ vers l'Est.

De ces trois formules, il n'y en a naturellement que deux qui sont indépendantes.

Les formules (2) et (3) sont remplacées par celles qui donnent les variations de distance zénithale et d'azimut en fonction des variations des coordonnées du zénith et de l'astre :

$$(11) \quad \begin{cases} dz = \cos Z d\lambda - 15 \sin \lambda \sin Z dT \\ \operatorname{tg} \zeta (dZ - 15 \cos \lambda dT) = -\sin Z d\lambda - 15 \cos \lambda \cos Z dT \end{cases}$$

$$(12) \quad \begin{cases} dz = \cos \lambda d\delta - 15 \sin \delta \sin A d\alpha \\ \sin \zeta dZ = -\sin A d\delta - 15 \sin \delta \cos A d\alpha, \end{cases}$$

A désigne l'angle à l'astre compté, comme Z, de 0° à 360° du Nord vers l'Est.

Les équations de condition correspondant aux trois espèces de mesures se forment ensuite comme les équations (4), (5), (6'). $Z_0 (\lambda_0, 15 T_0)$ et

A₀ (δ₀, 15 α₀) étant des positions approchées de Z et de Λ, on pose :

$$\begin{cases} \lambda = \lambda_0 + d\lambda_0 \\ T = T_0 + dT_0 \end{cases} \quad \begin{cases} \delta = \delta_0 + d\delta_0 \\ \alpha = \alpha_0 + d\alpha_0 \end{cases} \quad \begin{cases} \zeta = \zeta_0 + \Delta\zeta_0 \\ Z = Z_0 + \Delta Z_0 \end{cases}$$

Une mesure de ζ, par exemple, fournira l'équation de condition :

$$\Delta\zeta_0 = \cos Z_0 d\lambda_0 - 15 \sin \lambda_0 \sin Z_0 dT_0,$$

ou la suivante :

$$\Delta\zeta_0 = \cos A_0 d\delta_0 - 15 \sin \delta_0 \sin A_0 d\alpha_0,$$

suivant qu'il s'agit de déterminer le zénith ou l'astre A. Ces équations remplacent l'équation (4) du plan. L'erreur probable de leur premier membre est évidemment celle de la mesure elle-même de ζ ou δζ.

Si l'on veut interpréter ces équations géométriquement et les considérer comme celles de tangentes aux lieux géométriques, il suffit de poser :

$$\begin{cases} d\lambda_0 = -dy \\ 15 \sin \lambda_0 dT_0 = dx \end{cases} \quad \begin{cases} d\delta_0 = -dy \\ 15 \sin \delta_0 d\alpha_0 = dx \end{cases}$$

pour avoir les équations en coordonnées rectangulaires rapportées à deux axes, méridien et tangente au parallèle, passant par Z₀ ou A₀ :

$$(13) \quad \begin{cases} \Delta\zeta_0 = -\sin Z_0 dx + \cos Z_0 dy \\ \Delta\zeta_0 = -\sin A_0 dx + \cos A_0 dy \end{cases}$$

Ces équations sont identiques à l'équation (4).

Les deux autres équations de condition se traiteraient de la même manière.

Le problème s'achève ensuite comme en plan.

§ 4. — Détermination d'un point sur la sphère céleste.

En traitant le problème qui précède, nous avons supposé le zénith immobile sur la sphère céleste ou, ce qui revient au même, toutes les observations faites au même instant. En réalité, elles se font successivement pendant que le zénith décrit un petit cercle autour du pôle d'un mouvement uniforme. Il faut donc tenir compte du temps écoulé entre les observations, et c'est cette considération du temps qui distingue le problème de l'Astronomie de position du problème précédent. On l'y ramène en notant à un compteur de temps sidéral les heures t₁, t₂, ..., t_n des observations. L'astre Λ, par exemple, observé à l'heure t₁, du compteur, peut être considéré comme ayant été observé à l'heure t₀ arbitrairement choisie en appliquant à son ascension droite α₁ la correction t₀ - t₁, puisque cela revient à faire tourner l'ensemble de l'astre et du zénith autour du pôle, en sens inverse du mouvement du zénith, du chemin parcouru par celui-ci durant le temps t₁ - t₀ pour le ramener à la position qu'il occupait à l'heure t₀.

Par rapport au zénith immobile, un astre a ainsi une ascension droite variant comme le temps sidéral. Le même astre peut donc être observé plusieurs fois et fournir autant de lieux géométriques qu'on aura fait de mesures distinctes. En outre, sa distance zénithale et son azimut varient d'une façon continue entre certaines limites, ce qui permet de l'observer lorsque l'une de ces coordonnées atteint une valeur donnée d'avance comprise entre ces limites. Ce sont là de précieux avantages relativement au cas du zénith fixe par rapport aux astres.

L'introduction du temps comme élément observé modifie toutefois considérablement le problème en altérant les poids des lieux géométriques. L'observation de l'heure comporte une erreur Δt qui se reporte intégralement, mais en signe contraire, sur l'ascension droite de l'astre considéré comme observé à l'instant t₀. Cette erreur Δα = -Δt en engendre une à son tour sur l'autre élément observé, ζ ou Z, dont on obtient immédiatement les expressions Δζ ou ΔZ en faisant dans les équations différentielles (11) et (12) :

$$d\zeta = \Delta\zeta, \quad dZ = \Delta Z, \quad d\lambda = d\delta = 0, \quad dT = -d\alpha = \Delta t,$$

ce qui donne :

$$(14) \quad \begin{cases} \Delta\zeta = -15 \sin \lambda \sin Z \times \Delta t \\ \operatorname{tg} \zeta [\Delta Z - 15 \cos \lambda \times \Delta t] = -15 \cos \lambda \cos Z \times \Delta t \end{cases}$$

$$(15) \quad \begin{cases} \Delta\zeta = +15 \sin \delta \sin A \times \Delta t \\ \sin \zeta \Delta Z = +15 \sin \delta \cos A \times \Delta t \end{cases}$$

A une erreur probable δt correspond donc pour la distance zénithale une erreur probable (δζ)'' qui a pour valeur :

$$(16) \quad \begin{aligned} (\delta\zeta)'' &= 15 \sin \lambda \sin Z \times \delta t \\ \text{ou } (\delta\zeta)'' &= 15 \sin \delta \sin A \times \delta t \end{aligned}$$

suivant qu'il s'agit du zénith ou d'un astre.

Les erreurs probables d'azimut correspondant à l'erreur probable de l'observation du temps s'écriraient de même en partant des secondes formules (14) et (15). Ces erreurs probables se combinent avec l'erreur proprement dite (δζ)' ou (δZ)' de l'autre élément mesuré ζ ou Z pour donner l'erreur probable totale (δζ). Ainsi, pour une mesure de distance zénithale, l'erreur probable totale sera :

$$(17) \quad \begin{aligned} (\delta\zeta) &= \pm \sqrt{(\delta\zeta)'^2 + (15 \sin \lambda \sin Z \delta t)^2} \\ \text{ou } (\delta\zeta) &= \pm \sqrt{(\delta\zeta)'^2 + (15 \sin \delta \sin A \delta t)^2} \end{aligned}$$

(δζ)' peut être considérée comme constante pour un observateur et un instrument déterminés. Il n'en est pas de même de δt, qui varie ici avec la vitesse zénithale de l'astre et qui serait fonction de sa vitesse azimutale s'il s'agissait d'observations d'azimut.

Par de nombreuses expériences, on a trouvé que l'erreur probable de l'observation de l'heure du

passage d'une étoile derrière un fil dans un instrument méridien a pour expression ¹ :

$$(18) \quad \delta t = \pm \sqrt{0^{\circ}.07)^2 + \left(\frac{3^{\circ}.2}{G \sin \delta}\right)^2};$$

sin δ est la vitesse azimutale de l'astre vu à l'œil nu, celle d'un astre dans l'équateur étant prise pour unité; G est le grossissement de la lunette: G sin δ est donc la vitesse azimutale dans l'instrument. Si l'on admet, ce qui est très plausible, que l'expression précédente de l'erreur probable d'une observation de temps s'applique aussi bien aux observations zénithales qu'aux observations azimutales, il suffira d'y remplacer sin δ par la vitesse zénithale sin λ sin Z ou sin δ sin A dans le premier cas et dans le second par la vitesse azimutale sin δ cos A.

L'erreur probable (17) du lieu géométrique fourni par l'observation d'une distance zénithale deviendra ainsi:

$$19) \quad \delta z = \pm \sqrt{(\delta z')^2 + 15^2 \left[(0,07 \sin \lambda \sin Z)^2 + \left(\frac{3^{\circ}.2}{G}\right)^2 \right]}$$

$$\text{ou } \delta z = \pm \sqrt{(\delta z')^2 + 15^2 \left[(0,07 \sin \delta \sin A)^2 + \left(\frac{3^{\circ}.2}{G}\right)^2 \right]}.$$

Connaissant les erreurs probables des lieux géométriques, on achèvera de résoudre le problème comme en plan.

§ 5. — Observations astronomiques simplifiées.

Une observation astronomique comprend donc, en général, outre le pointé, une lecture de cercle gradué et une estimation d'heure ². Chacune de ces opérations comporte une erreur; mais celle sur le pointé, qui n'est qu'un intermédiaire, peut être considérée comme se reportant tout entière sur l'une des deux autres, et c'est de la correspondance plus ou moins exacte entre la lecture et l'heure que dépend l'exactitude de l'observation.

Il y a naturellement avantage à observer dans des conditions telles que l'une des opérations, lecture ou estimation de l'heure, soit inutile puisqu'on supprime l'erreur afférente à cette opération et que, de plus, l'observation se trouve simplifiée. *A priori*, il est évident que les observations dans lesquelles on n'a pas besoin de noter l'heure ne peuvent fournir que des lieux géométriques indépendants du temps, petit cercle de colatitude pour le zénith et de distance polaire pour un astre. On le vérifie, du reste, aisément au moyen des équations différentielles (11) et (12) et des équations (14) et

(15): les coefficients de Δt , dT et $-d\alpha$ sont respectivement les mêmes et ils s'annulent: 1° dans les équations en Δz ou dz , pour $Z = \begin{cases} 0^\circ \\ 180^\circ \end{cases}$, c'est-à-dire pour des observations de *distances zénithales méridiennes*; 2° dans les équations en dZ ou ΔZ , pour $\Lambda = \begin{cases} 90^\circ \\ 270^\circ \end{cases}$, autrement dit pour des observations d'*azimuts d'astres à leurs digressions*. Les lieux correspondants sont normaux au méridien du zénith ou de l'astre.

En dehors de ces deux cas particuliers, où l'élément observé, ζ ou Z, passe par un maximum ou un minimum, il faut nécessairement noter l'heure du pointé et l'on ne peut supprimer une erreur qu'en supprimant la lecture.

Considérons d'abord les observations azimutales. Si la lunette de l'instrument est susceptible de prendre deux mouvements, l'un autour d'un axe vertical, l'autre autour d'un axe horizontal, on la *calera en azimut* pour ne lui laisser que le mouvement en hauteur et l'on observera les passages au fil vertical. Dans ces conditions, il ne pourrait y avoir à faire qu'une seule lecture azimutale; mais elle est évidemment inutile, car une seule lecture ne donne pas un azimut. Il faut donc déterminer l'orientation du plan par les observations elles-mêmes en les choisissant convenablement. S'il n'y avait pas d'erreurs d'observation, l'orientation du vertical s'obtiendrait de la manière la plus exacte en prenant deux astres à 90° l'un de l'autre. En tenant compte des erreurs sur les passages, on est amené à modifier plus ou moins cet écart théorique des deux astres pour diminuer leur influence et obtenir la meilleure détermination de l'orientation.

On observe, en somme, par cette méthode des différences d'azimut nulles. Les lieux géométriques du zénith, segments capables sphériques de l'angle 0° ou 180°, auront tous même direction, celle du plan azimutal d'observation. Ceux d'un astre pourront avoir deux directions si l'astre est observable deux fois, le méridien de l'astre étant coupé sous des angles symétriques par le vertical aux deux passages.

Les observations de passages au méridien et au premier vertical sont deux cas particuliers de cette méthode. Dans le premier, la combinaison d'étoiles qui donne la meilleure orientation est celle d'une circompolaire et d'une équatoriale, car la distance des deux observations est de 90° et l'influence des erreurs sur les passages est minimum.

Un défaut très grave commun à toutes les méthodes qui viennent d'être énumérées, défaut que nous croyons avoir suffisamment mis en lumière au chapitre I, § 2, en ce qui concerne les observations méridiennes, est le suivant :

¹ FAYE : Cours de l'École Polytechnique, t. I, p. 450.

² Nous ne considérons ici que l'observation astronomique de précision; nous négligeons, par conséquent, les observations à double pointé simultané qui ne comportent pas une grande exactitude.

Une observation isolée ne constitue pas une mesure, elle fournit seulement l'un de ses termes; l'autre, généralement assez difficile à obtenir (c'est la lecture du nadir pour les observations de distances zénithales méridiennes, le passage d'une circompolaire dans le cas des observations de passages méridiens), n'est, pour cette raison, déterminé qu'une fois ou deux par série d'observations, ce qui fait que *chaque mesure résulte de la combinaison de deux observations non simultanées*. Elles sont séparées par un intervalle de temps assez long en moyenne, durant lequel on suppose l'instrument immobile. En outre, elles ne sont jamais faites dans les mêmes positions de la lunette, en sorte que la pesanteur n'a pas la même action sur ses différentes parties dans les deux cas.

§ 6. — Méthode des hauteurs égales.

Tout autre est la méthode des hauteurs égales, fondée sur le procédé d'observation simplifiée qu'il nous reste à examiner.

Au lieu de caler la lunette en azimut comme dans les observations azimutales, *calons-la en hauteur* en laissant libre le mouvement azimutal, et admettons que l'axe vertical autour duquel s'effectue ce mouvement *reste rigoureusement vertical* durant la série d'observations (ou, ce qui revient au même, que nous ayons un moyen de connaître exactement son inclinaison sur la verticale à chaque pointé).

Dans cette hypothèse, la lunette, occupant la même position par rapport à la direction de la pesanteur, peut être considérée comme restant identique à elle-même, durant toute la série, et faisant un angle invariable avec la verticale. *Chaque observation constitue alors une véritable mesure*, dont le rapport à la circonférence de grand cercle est inconnu, il est vrai, mais peut être déterminé par l'ensemble des observations, comme la position du zénith elle-même, et non par une observation particulière, comme le second terme de la mesure dans les méthodes précédentes.

Soit, en effet, à déterminer d'abord la position du zénith. Les heures notées des passages au petit cercle de distance zénithale inconnue permettent, comme on l'a vu, de ramener les ascensions droites des étoiles observées à ce qu'elles auraient dû être pour que ces étoiles effectuent leur passage au même instant t_0 du compteur de temps sidéral. Dès lors, tous ces astres fictifs peuvent être considérés comme situés, aux erreurs d'observation près, sur un même petit cercle dont il s'agit de trouver le centre. C'est le même problème qu'au § 4, avec cette différence qu'ici le rayon est inconnu; mais la solution est presque identique. Au lieu du rayon vrai ζ qui servait dans l'autre cas pour tracer par le calcul un élément du cercle de hauteur, ou,

comme on l'appelle en Navigation, la *droite de hauteur*, par rapport à deux axes rectangulaires représentant le méridien et la tangente au parallèle du centre approché $Z_0(\lambda_0, 15 T_0)$, on emploie un rayon approché ζ_0 . Les lieux qu'on obtient ainsi sont des lieux approchés par défaut de $d\zeta_0 = \zeta - \zeta_0$. S'il n'y avait pas d'erreurs d'observation, ils seraient tous tangents, chacun du même côté par rapport à l'astre qui l'a fourni, à un même cercle ayant pour centre le point K de la projection qui représente le point Z de la sphère et pour rayon la correction $d\zeta_0$ de ζ_0 (fig. 3). Le cercle le plus probable est encore celui pour lequel on a ΣPa^2 minimum, d désignant ici, non plus la distance de poids P au point choisi, mais sa plus courte distance au cercle. On voit que toutes les droites interviennent avec leur poids pour son tracé, par conséquent pour la détermination de ζ aussi bien que pour celle du point Z.

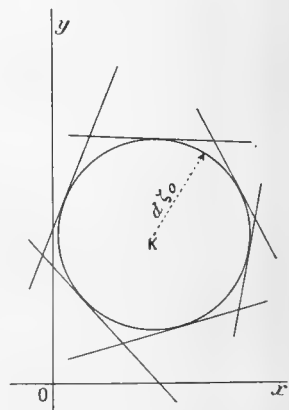


Fig. 3.

Les erreurs probables des droites approchées sont évidemment les mêmes que celles des droites réelles, lesquelles ont pour expression, ($d\zeta$ ' étant nul dans (19) :

$$(20) \quad \delta\zeta = \pm 15 \sqrt{(0,07 \sin \lambda \sin Z)^2 + \left(\frac{3,2}{G}\right)^2}$$

Analytiquement, le problème ne diffère de celui traité au § 3 que par l'introduction d'une troisième inconnue ζ . L'équation de condition, mise sous la forme (13), devient :

$$(21) \quad \Delta\zeta_0 = -\sin Z_0 dx - \cos Z_0 dy - dz,$$

en appelant $dz = d\zeta_0$ la correction de ζ_0 et $\Delta\zeta_0$ représentant toujours la différence entre la distance zénithale ζ_0 et celle qui correspond au point approché $Z_0(\lambda_0, 15 T_0)$.

Les équations de condition (21), traitées par la méthode des moindres carrés, donneront les valeurs les plus probables des corrections des valeurs approchées λ_0, T_0 et ζ_0 . On aura ensuite leurs erreurs probables par les formules ordinaires.

Passons maintenant à la seconde partie du problème de l'Astronomie de position, celle qui a pour objet la détermination de la position d'un astre inconnu X.

L'observation du passage de l'astre X au cercle de distance zénithale vraie ζ est englobée dans une

série d'observations d'astres connus qui fournit la position de Z à l'heure t_0 du compteur de temps sidéral et la valeur de ζ : on a ainsi un lieu géométrique de X qui est le petit cercle décrit de Z comme centre avec ζ pour rayon. C'est donc toujours le ζ déduit de l'ensemble des observations des astres connus qui sert et non un ζ résultant d'une observation particulière.

Chaque série ne donne qu'un lieu de X, à moins que les deux passages ne soient assez rapprochés pour être observés dans la même série, auquel cas on obtient deux lieux symétriques par rapport au méridien de l'astre. Et, comme chacun d'eux coupe ce méridien sous l'angle $90^\circ + A$, leur angle est égal à $2A$. En observant les jours suivants, on pourra avoir d'autres lieux et atténuer ainsi l'influence des erreurs d'observation; mais les lieux auront toujours les deux mêmes directions. Si l'on veut que celles-ci varient, il faut nécessairement, lorsqu'on reste sur le même parallèle, faire varier la distance zénithale d'observation; et, si l'instrument dont on dispose ne permet pas de le faire, il ne reste qu'un moyen, c'est de se déplacer en latitude. Ce déplacement est pour ainsi dire nécessaire pour obtenir des lieux géométriques dans toutes les directions, car on ne saurait dépasser une certaine valeur pour la distance zénithale sans avoir à craindre les anomalies de la réfraction qui font qu'elle n'a plus la même valeur dans tous les azimuts.

Ainsi, tandis que, pour le zénith, la méthode des hauteurs égales fournit le moyen de déterminer sa position par des lieux géométriques orientés dans tous les sens, ce résultat ne peut être atteint pour un astre que par une série de déplacements entre les colatitudes $\delta - \zeta$ et $\delta + \zeta$ si l'on ne dispose que d'une distance zénithale invariable.

L'erreur probable de chacun des lieux dépend non seulement de son erreur probable propre, donnée par la deuxième formule (19) dans laquelle $(\delta\zeta)' = 0$, mais aussi de celle de la distance zénithale, que nous désignerons par $\delta\zeta$ pour la distinguer, et de celle du zénith dans la direction de l'astre qui a pour expression :

$$\pm \sqrt{(\delta\lambda)^2 \cos^2 Z + 15^2 \sin^2 \lambda (\delta T)^2 \sin^2 Z}$$

On a donc pour l'erreur probable totale :

$$(22) \quad \delta\zeta = \pm \sqrt{(\delta\lambda)^2 \cos^2 Z + 15^2 \sin^2 \lambda (\delta T)^2 \sin^2 Z + (\delta\zeta)'^2 + 15^2 \left[(0,07 \sin \delta \sin A)^2 + \left(\frac{3,2}{G}\right)^2 \right]}$$

Connaissant les poids de tous les lieux, on pourra les combiner entre eux pour obtenir la position la plus probable et l'erreur probable de la position adoptée.

Il importe de remarquer que la distance zénithale

obtenue par chaque série d'observations est une distance zénithale vraie. La valeur absolue de la réfraction n'entre pas en jeu et la dissymétrie, par rapport à la verticale, de la réfraction à la distance zénithale ζ peut seule affecter les résultats⁴. Cette cause d'erreur devrait être prise en considération si l'on observait à une faible hauteur; mais si ζ ne dépasse pas 30° par exemple, on peut admettre qu'elle est tout à fait négligeable. En tous cas, l'erreur est certainement inférieure à celle qui affecte la moyenne d'une série de distances zénithales méridiennes prises au Nord et au Sud et corrigées de la réfraction, car, dans ce cas, la symétrie par rapport au zénith n'est jamais aussi complète; et elle est incomparablement plus faible que celle de la correction de réfraction qu'on applique à la distance zénithale méridienne d'une étoile dont on veut avoir la distance polaire.

§ 7. — Précision des droites de hauteur.

Pour terminer ce rapide exposé de la méthode des hauteurs égales, il nous reste à voir comment varie la précision de la droite de hauteur tant du zénith que d'un astre inconnu, afin de nous rendre compte de celle dont les résultats sont susceptibles et des conditions dans lesquelles elle peut être atteinte.

Prenons d'abord la droite de hauteur du zénith. Son erreur probable est donnée par la formule (20) : elle est fonction de trois quantités : λ , Z et G. Le premier terme sous le radical contient $\sin \lambda \sin Z$ en facteur; il est, par conséquent, d'autant plus faible que l'observateur est plus près du pôle et que l'astre est plus près du méridien. Il est nul pour un astre observé dans le méridien et (20) se réduit alors à :

$$(23) \quad \delta\zeta = \pm 15^{\prime\prime} \frac{3,2}{G}$$

L'erreur probable varie en raison inverse du grossissement. Pour avoir une idée de sa grandeur, donnons à G la valeur particulière 130 — c'est celle qui correspond à un instrument dont nous aurons à nous occuper plus tard. — Nous obtenons ainsi

$$\delta\zeta = \pm 0^{\prime\prime},37.$$

Pour un lieu et une distance zénithale donnés, il n'y a généralement pas une étoile observable exactement dans le méridien. Du reste, la formule (20) n'est plus vraie dans le méridien même puis-

⁴ Pour simplifier, nous avons supposé implicitement, dans ce qui précède, la réfraction constante pendant toute la durée d'une série d'observations. Mais rien n'est plus facile que de tenir compte de ses variations en les faisant porter sur la valeur de la distance zénithale approchée ζ_0 . On emploie alors un ζ_0 différent soit pour chaque étoile, soit pour chaque groupe d'étoiles de la série.

qu'alors $\delta t = \delta z = 0$. Mais, dans le voisinage du méridien où elle est applicable, $\sin Z$ est très petit, et par conséquent aussi le premier terme sous le radical, en sorte que la formule (23) est très approchée. On peut donc dire que l'erreur probable de la droite de hauteur fournie par une circommérienne est inversement proportionnelle au grossissement de la lunette. Si l'on remarque que l'y du centre Z du petit cercle enveloppe des droites de hauteur sur la projection, c'est-à-dire la latitude, dépend presque exclusivement de droites de cette espèce, et qu'on peut appeler pour cette raison *droites de latitude*, on arrive à cette conclusion que, abstraction faite des erreurs de position des étoiles, les déterminations de latitude par la méthode des hauteurs égales sont susceptibles d'une précision illimitée, à la condition que l'on trouve le moyen d'augmenter le grossissement sans diminuer, dans la même proportion, la précision du pointé. En se plaçant à ce point de vue, on peut dire que, dans les limites de temps entre lesquelles les effets de ses variations de marche sont négligeables, le compteur de temps, qui, par ailleurs, offre une facilité et une rapidité de lecture incomparables, est de beaucoup le plus précis de tous les cercles divisés lorsqu'il est allié à un instrument de hauteurs égales, pourvu d'une lunette d'un grossissement suffisant. Avec la valeur de G égale à 130, qui donne $\delta z = \pm 0''{,}37$, la précision des meilleurs cercles divisés est déjà surpassée.

Il est aisé de se rendre compte géométriquement de l'influence du grossissement sur la précision des droites de latitude. Une circommérienne donne (fig. 4) un cercle de hauteur ZZ' qui coupe le parallèle Zz du zénith Z sous un angle égal à

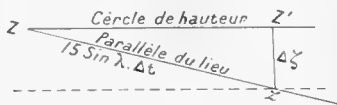


Fig. 4.

l'azimut de l'astre, par conséquent voisin de 0° ou de 180° . Les deux lignes se couperaient en Z s'il n'y avait pas d'erreur d'observation; à cause de l'erreur Δt , leur intersection est en z, Zz étant l'arc de parallèle décrit par le zénith durant le temps Δt , c'est-à-dire en secondes d'arc $15 \sin \lambda \Delta t$. Le déplacement Δz du lieu est représenté par la longueur zZ' de la perpendiculaire abaissée de z sur ZZ'. Ce côté de l'angle droit, opposé dans le triangle rectangle ZZ'z au petit angle Z, est une petite fraction de l'hypoténuse Zz. Ainsi, à la latitude de Paris, pour $Z = 5^\circ$ et $\Delta t = 1^s$ de temps, $\Delta z = 0''{,}86$. Or, Δt est d'autant plus faible

que la vitesse zénithale est plus grande ou que le grossissement est plus fort, et il en est de même de Δz .

Le premier terme sous le radical dans (20) est maximum pour une latitude donnée lorsque $Z = \begin{cases} 90^\circ \\ 270^\circ \end{cases}$, c'est-à-dire lorsque l'astre observé est dans le premier vertical, et ce maximum atteint sa plus grande valeur pour $\lambda = 90^\circ$ ou à l'équateur. Avec le grossissement $G = 130$ déjà considéré, on a alors :

$$\delta z = \pm 1''{,}11,$$

soit le triple de l'erreur probable d'une droite de latitude. Les *droites horaires* — c'est le nom qu'on donne aux droites de hauteur qui proviennent d'astres observés dans le voisinage du premier vertical — sont donc beaucoup moins précises que celles de latitude. Et, comme le terme $\left(\frac{3,2}{G}\right)^2$ devient rapidement négligeable vis-à-vis de $(0,07 \sin \lambda \sin Z)^2$ lorsque G croît, leur précision ne peut pas dépasser une certaine limite. Ainsi, dans l'exemple précédent : $\lambda = 90^\circ$, $Z = \begin{cases} 90^\circ \\ 270^\circ \end{cases}$, si l'on fait $G = \infty$, on a : $\delta z = \pm 1''{,}03$, chiffre à peine plus faible que celui qui correspond à $G = 130$. Il n'y a donc pas intérêt, pour la détermination de l'heure seule, à employer des grossissements trop forts, et c'est par le nombre des observations qu'il faut chercher à augmenter la précision des résultats.

Cette conclusion, du reste, n'est pas spéciale à la méthode des hauteurs égales : elle résulte de la précision avec laquelle les heures de passage sont notées et s'applique, par conséquent, à toutes les autres méthodes qui ont pour objet de déterminer l'heure.

Nous nous permettrons d'insister sur cette question de variation de la précision de la droite de hauteur en fonction de l'azimut, car elle est fondamentale pour le traitement rationnel du problème des hauteurs égales et, bien qu'elle soit très simple, elle paraît avoir été méconnue jusqu'ici de tous ceux qui se sont occupés des droites de hauteur.

On peut contester l'exactitude de la formule empirique (18) qui nous a conduits aux conclusions précédentes. On ne saurait en faire autant pour le principe suivant, qui exprime la même chose sous une forme moins précise, mais plus générale :

L'exactitude avec laquelle on apprécie l'instant d'un phénomène visuel croît en même temps que la rapidité avec laquelle on voit passer le phénomène, mais elle ne lui est pas proportionnelle.

La raison en est qu'il y a une limite à la précision de cette appréciation : elle n'est guère infé-

rière à 0°,1 pour les meilleurs observateurs. Dès que le grossissement de la lunette est suffisant pour permettre d'atteindre cette limite, on ne gagne pour ainsi dire plus en l'augmentant. Ainsi, à l'équateur, un simple sextant, par exemple, si l'on fait abstraction des erreurs instrumentales et de celles qui proviennent de la difficulté d'observer avec un instrument tenu à la main, donne, à nombre égal d'observations, sensiblement la même précision pour l'heure qu'un instrument de passage grossissant soixante fois, bien que sa lunette ne grossisse que huit fois, ce qui équivaut à seize avec l'horizon artificiel.

Au contraire, tant que la rapidité du phénomène n'est pas assez grande pour qu'on puisse noter l'heure avec la précision limite, plus le grossissement est fort et plus la précision est grande.

Ce qui vient d'être dit pour la droite de hauteur du zénith s'applique identiquement à celle d'un astre inconnu en tant qu'il s'agit de sa précision propre; il suffit de remplacer partout ζ et Z par δ et A . Mais l'expression complète (22) de δZ contient les termes où figurent les erreurs probables de la position du zénith et de la distance zénithale au point où la droite de hauteur de l'astre inconnu a été obtenue; elle ne se prête donc pas à la discussion.

III. — CONCLUSION.

En résumé, la méthode des hauteurs égales est la seule qui permette de résoudre, d'une façon satisfaisante, le problème de l'Astronomie de position pris dans toute sa généralité. Elle fournit des

positions et non des coordonnées. Elle utilise des observations qui constituent par elles-mêmes des mesures et non l'un des termes d'une mesure. La quantité observée, au lieu d'être tantôt une lecture de cercle divisé, tantôt le temps, est toujours et uniquement cette dernière, ce qui rend les observations absolument comparables et permet d'assigner à chacune d'elles sa véritable erreur probable. L'influence de la réfraction est du second ordre et peut être négligée. En sorte que la méthode est à la fois celle qui fournit les positions les plus précises et la seule qui permette d'obtenir rigoureusement leur degré de précision. Enfin, au point de vue pratique, en remplaçant les lectures de cercles divisés par celles du temps, elle rend les observations beaucoup plus rapides et plus faciles.

Tant d'avantages qui la mettent incontestablement au premier rang des méthodes d'Astronomie de position n'ont pas empêché qu'elle ne fût presque entièrement délaissée pour la détermination de la position du zénith, au point que certains Traités d'Astronomie récents n'en font pas mention. Pour la détermination des positions des astres, son emploi n'a même jamais été envisagé. Dans un prochain article, nous donnerons les raisons de cet abandon et de ce mépris, nous montrerons que ces raisons ont cessé d'exister depuis la création de l'*Astrolabe à prisme*, et que la méthode doit reprendre aujourd'hui la place que lui assignent ses mérites théoriques.

A. Claude.

Attaché à l'Observatoire
du Bureau des Longitudes.

L. Driencourt,

Ingénieur-hydrographe en Chef
de la Marine.

CRISTAUX LIQUIDES ET LIQUIDES CRISTALLINS¹

L'existence d'une nouvelle propriété de la matière, ne rentrant pas dans le cadre d'une théorie en apparence bien établie, est souvent contestée. Si le phénomène nouveau n'est pas tout simplement nié, il est attribué à des causes secondaires et, par conséquent, ne mérite pas d'attirer l'attention.

Les intéressantes observations de M. O. Lehmann rentrent dans cette catégorie. Ce savant a montré que certains liquides agissent sur la lumière polarisée, à la manière d'un cristal. Depuis la publication, faite en 1889, de ses premières recherches, il

a continué patiemment ses observations et il vient de réunir² les connaissances que nous possédons sur ce sujet, et dont la plus grande partie lui est due, dans un grand Ouvrage, accompagné de nombreuses photographies, donnant une idée des phénomènes présentés par les liquides biréfringents. Mais, tandis que M. Lehmann s'est surtout borné à l'étude des propriétés optiques, d'autres expérimentateurs, en particulier M. Schenck², ont examiné les autres propriétés physiques.

Le fait qu'un liquide, aussi mobile que l'eau,

¹ La *Revue* se fait un devoir et un plaisir de remercier M. le Professeur Lehmann et son éditeur, M. Engelmann, de Leipzig, pour le prêt des figures qui accompagnent cet article; ces figures sont tirées du grand Ouvrage de M. Lehmann cité ci-après.

¹ O. LEHMANN : *Flüssige Kristalle*. 1 volume in-4° avec 483 figures et 39 planches en héliogravure. W. Engelmann, éditeur. Leipzig, 1904.

² R. SCHENCK : *Kristallinische Flüssigkeiten und flüssige Kristalle*. W. Engelmann, éditeur. Leipzig, 1903.

polarise la lumière est évidemment en contradiction avec l'idée qu'on a de la structure des milieux anisotropes. L'état solide était considéré comme nécessaire pour qu'une substance possédât la structure des cristaux, dans lesquels la valeur de certaines propriétés physiques change avec la direction; or, cela paraît tout à fait incompatible avec l'état liquide. On avait bien observé que des corps gélatineux deviennent biréfringents sous l'influence d'une légère compression, ou même par le seul fait de leur écoulement; mais, en somme, c'était toujours une action mécanique extérieure qui produisait l'anisotropie.

La théorie de M. Lehmann, attribuant la double réfraction des liquides qu'il a étudiés à la constitution et à l'orientation de leurs molécules, a été contestée par G. Quincke, Tammann, Rotarski, etc., qui croient que ces liquides ne sont pas homogènes, et, par conséquent, que la double réfraction est un phénomène secondaire.

Après avoir énuméré sommairement les principales substances donnant des liquides biréfringents, nous nous proposons de passer successivement en revue les propriétés optiques et les expériences faites dans le but de combattre ou d'appuyer l'hypothèse de M. Lehmann.

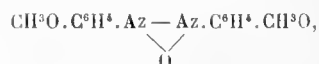
I. — SUBSTANCES DONNANT PAR FUSION DES LIQUIDES BIRÉFRINGENTS.

En 1888, Reinitzer remarqua que le benzoate de cholestéryle entre en fusion à 145°5, en donnant un liquide trouble, restant tel jusqu'à 178°5, température à laquelle il devient clair. Cette substance a donc, pour ainsi dire, deux points de fusion. Reinitzer, pensant qu'il s'agissait d'un changement isomérique, en confia l'étude microscopique à O. Lehmann, qui constata un fait absolument inattendu: le liquide trouble est biréfringent et la double réfraction disparaît au moment où la clarification se produit.

L'attention des chimistes ayant été ainsi attirée par cette observation, l'existence d'autres substances organiques donnant par fusion un liquide trouble, se clarifiant ensuite à une température plus élevée, a été constatée d'abord par Gattermann, qui a découvert des corps encore plus curieux que le benzoate de cholestéryle. Les liquides troubles qu'ils fournissent sont, en effet, beaucoup plus fluides que ce dernier et surtout beaucoup plus biréfringents; alors que la substance de Reinitzer donne, entre les nicols croisés, les teintes grises, avec la même épaisseur, celles de Gattermann produisent les blancs d'ordre supérieur, et leur biréfringence serait même, d'après Lehmann, quarante fois plus grande que celle du gypse.

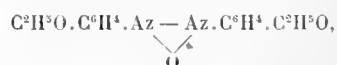
Ces substances sont :

Le *p*-azoxyanisole :



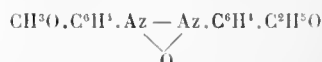
fondant à 116° et devenant clair à 134°;

Le *p*-azoxyphénétol :



fondant à 137°5 et se clarifiant à 168°;

Le *p*-azoxyanisolphénétol :



fondant à 93°5 et se clarifiant à 149°6.

Il existe encore d'autres corps de ce genre, parmi lesquels je signalerai *l'anisaldazine*, l'acide *p*-méthoxycinnamique, le *p*-diacétoxystillbène chloré et le *p*-azoxybenzoate d'éthyle.

Les *propionate*, *acétate*, *oléate* de cholestéryle jouissent des mêmes propriétés que le benzoate.

Lehmann y rattache les *oléates de potasse*, de *soude*, d'*ammoniaque*, et même l'*iodure d'argent*, cubique entre 146° et 150°.

La viscosité est très variable d'une substance à l'autre; alors que celle du *p*-azoxyphénétol est plus faible que celle de l'eau, que l'acide *p*-méthoxycinnamique est fluide comme cette dernière, le benzoate de cholestéryle possède la viscosité de l'huile, et l'oléate d'ammoniaque, à ce point de vue, peut être comparé à la vaseline.

II. — ÉTUDE OPTIQUE.

Un microscope polarisant ordinaire est suffisant pour observer la double réfraction des liquides, si l'on fond, au préalable, le corps à examiner sur une lame de verre; mais le phénomène est de courte durée, par suite du refroidissement rapide de la préparation¹. Pour une étude suivie, l'emploi d'un microscope de O. Lehmann, construit pour les observations à haute température, est nécessaire. Cependant, en disposant, sur la platine d'un microscope ordinaire de Nacet, une plaque de cuivre de 25 centimètres de longueur sur 4 à 5 de largeur, percée au milieu d'un orifice pour laisser passer les rayons lumineux, on peut obtenir une température convenable, en chauffant, avec un bec Bunsen,

¹ Les corps donnant par fusion des liquides biréfringents sont préparés par E. Merck, fabricant de produits chimiques à Darmstadt. E. Zeiss, d'Iéna, construit les appareils pour l'observation et la photographie des cristaux liquides. Le microscope de O. Lehmann, permettant de faire les observations à des températures élevées, se trouve chez Voigt et Hochgesang, à Göttingen.

cette plaque à l'une et même aux deux extrémités. Naturellement, la platine doit être protégée par plusieurs couches de carton d'amiante, et les observations ne doivent être faites qu'avec des corps dont les points de fusion ne sont pas trop élevés (benzoate de cholestéryle, *p*-azoxyphénétol, etc.). Avec un grossissement de 40 diamètres, le phénomène peut être suffisamment observé dans la plupart des cas; mais, pour l'étude de la structure intime des gouttes anisotropes, des grossissements de 300 à 700 diamètres sont nécessaires. Alors, le liquide doit être recouvert d'une lamelle de verre. O. Lehmann recommande l'emploi, comme couvre-objet, d'un verre de montre très plat, dont la partie convexe est en contact avec le porte-objet.

Les liquides d'une grande fluidité donnent, sur la lame de verre, dans certaines conditions, des gouttelettes biréfringentes dont le contour est rigoureusement sphérique. Leur forme est due seulement à la tension superficielle. O. Lehmann les a désignées sous le nom de « *flüssige Kristalle* », ou *cristaux liquides*. Les liquides ayant une certaine viscosité montrent des cristaux allongés dont les extrémités sont arrondies. Leur forme est la résultante de la tension superficielle et des forces attractives agissant entre les molécules. Ils se déforment, comme on le verra plus loin, sous la moindre

cristaux plastiques ou *cristaux mous*. Il existe entre ces derniers et les cristaux proprement dits tous les intermédiaires.

§ 1. — Cristaux liquides.

Le *p*-azoxyphénétol convient très bien pour les observations microscopiques. Quelques cristaux

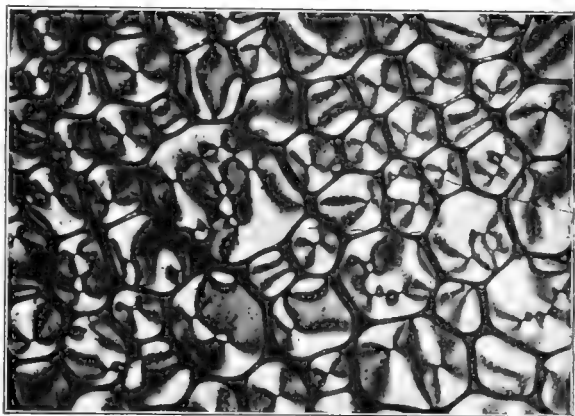


Fig. 2. — Préparation mince de *p*-azoxyphénétol observée avec les nicols croisés. (D'après une phototypie de Lehmann, cliché de l'ouvrage de Schenck.)

de cette substance sont fondus sur une lame de verre. Pendant tout le temps que le liquide est trouble, il agit sur la lumière polarisée d'une façon énergique; mais il vaut mieux chauffer jusqu'à ce que la clarification se produise et laisser refroidir le liquide clair, isotrope; il se produit alors un grand nombre de gouttes biréfringentes, ayant un mouvement de rotation autour de l'axe vertical (fig. 1 et 2). Comme ces gouttes sont en très grande quantité, qu'elles se fusionnent très rapidement, il est avantageux de couvrir le porte-objet d'une petite quantité de matière étrangère, miscible ou non avec le *p*-azoxyphénétol: la colophane, le thymol conviennent parfaitement pour obtenir des gouttes isolées. Un excès de substance étrangère empêche la production des cristaux liquides biréfringents et, par refroidissement, les cristaux solides prennent seuls naissance. Il me paraît préférable, pour certaines observations, d'employer la glycérine, non miscible avec le *p*-azoxyphénétol liquide et anisotrope. Ce dernier corps, étant le plus léger des deux et non miscible avec elle, forme comme une espèce de couronne autour d'une goutte de glycérine. Par suite de l'élévation de la température, des couches de liquide biréfringent recouvrent la goutte. Elles sont minces au point de ne présenter, entre les nicols croisés, que le gris du 1^{er} ordre. En outre, ces couches, par suite de la tension superficielle, augmentent ou diminuent continuellement d'épaisseur, de telle façon que, par places, elles montrent la gamme des couleurs d'un quartz taillé en biseau. La biréfringence paraît donc être en relation avec

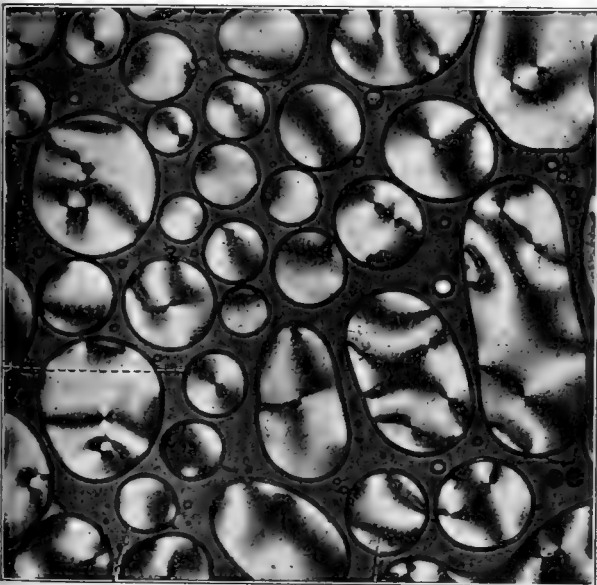


Fig. 1. — Préparation de *p*-azoxyphénétol examinée avec un seul nicol et montrant le polychroïsme des gouttes anisotropes. — *a*, goutte dans la première position principale; *b*, dans la seconde. (D'après une phototypie de Lehmann, cliché de l'ouvrage de Schenck.)

action et coulent comme un liquide; aussi Lehmann les désigne-t-il sous le nom de « *fließende Kristalle* » ou *cristaux qui coulent*; je les appellerai, pour ne pas employer un terme nouveau,

l'épaisseur de la couche, et une émulsion ne pourrait produire un tel phénomène.

La glycérine dissout un peu de *p*-azoxyphénétol liquide et isotrope; aussi, par refroidissement, il se sépare des gouttes en plus ou moins grand nombre de liquide anisotrope insoluble; celles-ci sont remarquables par les belles teintes de polarisation qu'elles présentent et, comme leur biréfringence est très élevée, elles sont très minces. Les teintes s'élèvent de la périphérie au centre comme si la goutte était formée par une substance solide lenticulaire anatrope. C'est à ces gouttes, produites d'une façon quelconque, que Lehmann a donné le nom de *crystal liquide*; le *liquide cristallin* est formé par un agrégat de cristaux liquides, au même titre que le marbre calcaire est composé d'un agrégat de cristaux de calcite. Cependant, les

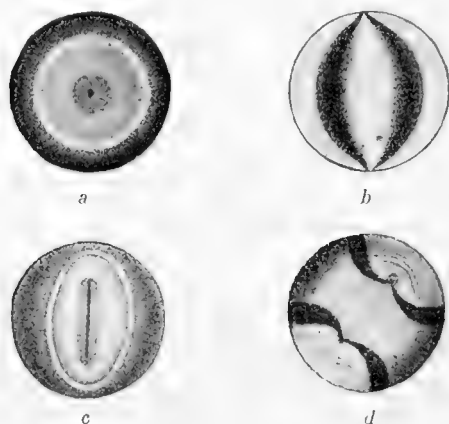


Fig. 3. — Gouttes anisotropes observées en lumière naturelle. — *a*, première position principale; *b*, deuxième position principale; *c* et *d*, intermédiaires entre les deux positions principales; *c*, vue en lumière naturelle et *d* entre les nicols croisés. (D'après O. Lehmann.)

gouttes n'existent pas dans le liquide avec la forme régulière lenticulaire qui vient d'être décrite.

Les gouttes ou cristaux liquides se présentent, d'après O. Lehmann, dans deux positions dites *principales*. Examinées en lumière naturelle, les unes ont le centre obscur entouré d'une zone claire (*première position principale*) (fig. 3 *a*); les autres sont claires au centre et montrent deux bandes obscures diamétralement symétriques, de telle sorte qu'elles présentent l'aspect d'une sphère obscure contenant dans son intérieur une lentille claire (*seconde position principale*) (fig. 3 *b*). Entre ces deux formes régulières, il existe tous les passages intermédiaires (fig. 3, *c* et *d*).

Les cristaux orientés dans la première position principale sont les plus commodes à étudier. Ils se produisent, de préférence, dans les préparations épaisses et, presque toujours, en opérant avec de la glycérine, comme cela a été indiqué plus haut. Observées avec un seul nicol, ces gouttes montrent

deux secteurs clairs et deux secteurs colorés en jaune (fig. 4 *a*); elles sont, par conséquent, polychroïques comme les cristaux solides; mais, ce qui est tout à fait remarquable et particulier aux gouttes épaisses, c'est que les secteurs n'ont pas la

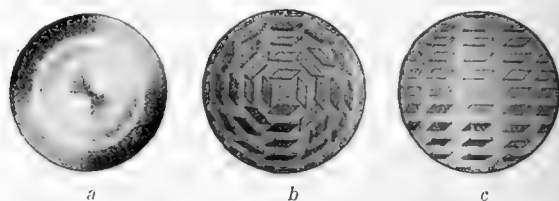


Fig. 4. — *a*, goutte dans la première position principale examinée avec un seul nicol; *b* et *c*, schémas montrant l'orientation des molécules. (D'après O. Lehmann.)

même position, suivant que le nicol, tout en conservant son orientation, est disposé au-dessus ou au-dessous de la préparation. Dans le cas où le nicol, placé au-dessous, a sa courte diagonale de façon que les vibrations des rayons se fassent de droite à gauche, les secteurs colorés en jaune sont respectivement, en haut, à droite, et en bas, à gauche (fig. 4 *a*). Pour retrouver cette image, il faut tourner le nicol de 90° par rapport à sa position primitive si on le met au-dessus de la préparation. Il y a, par conséquent, rotation du plan de polarisation de la lumière. Entre les nicols croisés, les gouttes placées dans la première position principale montrent encore le polychroïsme et une croix noire (fig. 5) dont les branches coïncident avec les sections des nicols. Les bras de cette croix sont noirs dans les préparations minces, et colorés en rouge ou en vert avec les gouttes épaisses; parfois même, ils sont rouges au centre et verts à l'autre extrémité ou inversement. Ce fait prouve encore qu'il y a rotation du plan de polarisation. Les cristaux liquides ne correspondent donc pas à un cristal

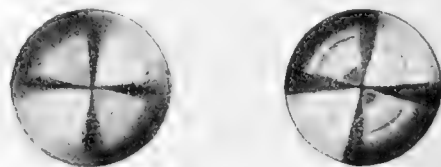


Fig. 5. — Gouttes dans la première position principale vues avec les nicols croisés. (D'après O. Lehmann.)

solide, mais à un sphérolite, constitué par un grand nombre de cristaux ou plutôt de molécules biréfringentes disposées autour d'un centre (fig. 4, *b* et *c*). Dans ces gouttes, les molécules cristallines de la partie supérieure ne coïncident pas exactement avec celles qui sont placées au-dessous. On peut comparer l'enroulement qui paraît exister à celui des lames de mica, disposées autour d'un axe pour produire la polarisation rotatoire dans

l'expérience de Reusch. Naturellement, dans les cristaux liquides, ce sont les molécules elles-mêmes qui agissent comme un cristal solide.

Les cristaux placés dans la seconde position principale (fig. 1, *b*; 3, *b*; 10, B) ont, d'après O. Lehmann, leur axe de symétrie disposé horizontalement, tandis qu'il est vertical dans la première position.

Les parties claires et obscures que présentent les globules cristallins, et qu'on ne voit pas dans les gouttes isotropes, sont précisément dues à des réflexions intérieures, produites par cette structure particulière, qui vient d'être indiquée.

Quand un liquide se solidifie, il se produit, suivant la vitesse de refroidissement, un nombre plus ou moins grand de cristaux, et parfois aussi, lorsque la substance fondue est limitée par deux lames de verre, des sphérolites auxquels les sphéro-cristaux liquides peuvent être comparés. Ce dernier cas est offert par le soufre orthorhombique peu biréfringent, par la cholestérine et par beaucoup d'autres corps. Généralement, les gouttes liquides, passant à l'état solide, donnent un agrégat de cristaux groupés autour d'un point, placé au centre ou sur les bords de la goutte primitive. Mais il arrive aussi, parfois, qu'il se forme un cristal unique (acide picrique) ayant une forme lenticulaire et dont le contour est rigoureusement circulaire.

Les gouttes de *p*-azoxyphénétol, produites sur la glycérine, présentent des phénomènes remarquables. Au moment où elles vont se solidifier, par suite probablement de la variation de la tension superficielle entre elles et la glycérine, leur diamètre horizontal augmente et diminue alternativement, et, naturellement, ces mouvements ne peuvent se produire qu'avec des changements correspondants de l'épaisseur, entraînant des variations des teintes de polarisation. La goutte, en se solidifiant, perd sa forme et donne plusieurs cristaux solides, n'ayant aucune orientation cristallographique l'un par rapport à l'autre.

La biréfringence des cristaux liquides de *p*-azoxyphénétol est considérable, et ce fait, joint à celui que les teintes de polarisation montent avec l'épaisseur et qu'il y a extinction comme dans un cristal, est suffisant pour faire rejeter l'hypothèse d'une émulsion. M. O. Lehmann a déterminé approximativement la valeur de cette biréfringence dans le *p*-azoxyphénétol solide, par comparaison avec les indices de réfraction du soufre fondu et de la naphthaline bromée. D'après lui, $n_o = 1,9$ et $n_p = 1,5$ environ. La biréfringence est donc de 0,4, supérieure, par conséquent, à celle de la calcite, de la cassitérite et même du soufre (0,3).

O. Lehmann croit tirer de ses observations que

celle du *p*-azoxyphénétol liquide est aussi élevée que celle des cristaux solides. J'ai cependant remarqué que, dans le cas où une goutte montre au centre le bleu de premier ordre, la teinte passe, après la solidification, au rouge de second ordre;

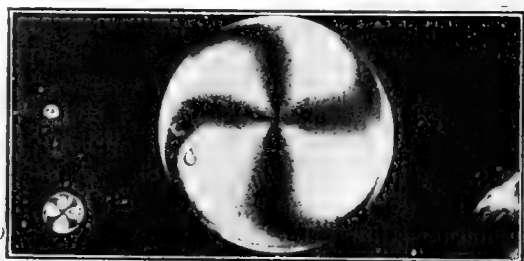


Fig. 6. — Cristaux liquides examinés entre les nicols croisés, et montrant la déformation de la croix par suite de leur rotation (première position principale). (Cliché de l'ouvrage de Schenck, fait d'après, une héliogravure de O. Lehmann.)

sa biréfringence est donc plus faible que celle du corps solide, mais elle est au moins trente fois égale à celle du quartz.

La rotation des globules cristallins est tout à fait remarquable et se fait en sens inverse des aiguilles d'une montre; toutefois, dans le sucre fondu, la rotation se fait dans le sens de ces dernières. Cette

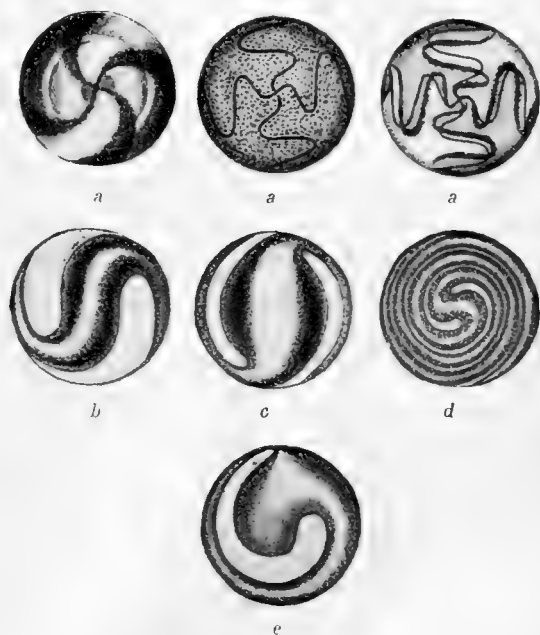


Fig. 7. — Gouttes liquides soumises à un mouvement de rotation et examinées avec les nicols croisés. — *a*, première position principale; *b*, *c*, *d*, *e*, deuxième position principale. (D'après O. Lehmann.)

rotation, qui se produit quand la plaque est chauffée ou refroidie, est plus rapide dans les gouttes occupant la deuxième position principale que dans celles qui se trouvent dans la première.

Sous l'influence de cette rotation, les molécules

se déplacent par rapport au centre, et d'autant plus qu'elles sont plus rapprochées de la périphérie. Les branches de la croix noire, produite entre les nicols croisés, prennent la forme d'une spirale (fig. 6 et 7).

Les gouttes placées dans la seconde position principale sont aussi plus ou moins déformées (fig. 7).

M. O. Lehmann a étudié l'influence du magnétisme sur les cristaux liquides de *p*-azoxyphénétol. Ceux-ci, placés dans un champ magnétique horizontal, prennent la seconde position principale; si les lignes de force sont perpendiculaires au porte-objet, les gouttes montrent les caractères de la première position principale.

L'influence magnétique a une action remarquable sur les molécules dans le cas où le cristal liquide est fixe. Elles s'orientent parallèlement aux lignes de force, comme le montrent les propriétés optiques de la goutte soumise à l'expérience (fig. 8).

La position des molécules dépend des forces



Fig. 8. — Déformation des gouttes dans un champ magnétique. (D'après O. Lehmann.)

magnétiques directrices et des forces existant dans le liquide et leur donnant l'orientation première.

Le système cristallin des molécules constituant la goutte liquide ne peut pas être établi, puisque la détermination de la vraie symétrie pseudo-cubique ou pseudo-hexagonale ne peut déjà pas se faire très exactement. Cependant, O. Lehmann est porté à croire que les molécules du *p*-azoxyphénétol sont monocliniques et hémimorphes, d'après le raisonnement suivant : Les cristaux liquides ne montrant jamais de plage toujours obscure, quand on tourne la préparation sous le microscope, les molécules ne sont pas uniaxes et, par conséquent, ni quadratiques, ni hexagonales; elles ne sont pas non plus rhombiques, puisque l'extinction se fait obliquement dans les molécules les plus inférieures et les plus supérieures de la goutte. Les branches de la croix étant, dans beaucoup de cas, en coïncidence avec la section principale des nicols, les molécules appartiennent au système monoclinique plutôt qu'au système triclinique, et, si l'on considère le mouvement de rotation des gouttes, elles sont hémimorphes. O. Lehmann admet encore que l'axe est incliné de 60° et que l'angle d'extinction est de 45° .

Les substances pouvant absorber, pendant la formation du cristal solide, une matière colorante

sont très rares. Naturellement, il ne s'agit pas de coloration produite par des inclusions grossières, solides ou liquides, mais de la syncrystallisation de la matière colorante avec la substance; en outre, les zéolites peuvent admettre dans leur réseau les molécules les plus diverses (G. Friedel). Il était intéressant de voir ce qui se produit avec les cristaux liquides, à ce point de vue.

M. O. Lehmann a montré que l'acide *p*-méthoxycinnamique se colore par la safranine, et qu'il devient alors polychroïque. J'ai moi-même observé que les cristaux liquides du *p*-azoxyphénétol se colorent par le vert malachite. Le polychroïsme est

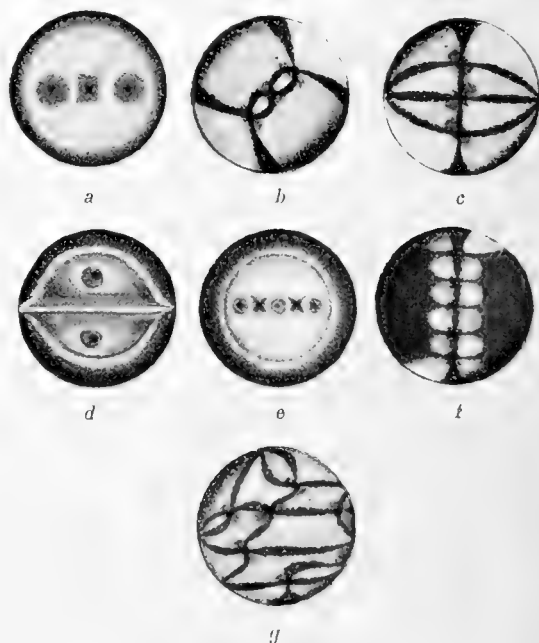


Fig. 9. — Gouttes résultant de la fusion de plusieurs autres gouttes. — a, c sont sur le point de prendre les caractères d'un cristal liquide dans la première position principale, mais elles montrent encore les noyaux des gouttes primitives. (D'après O. Lehmann.)

intense, bien que la quantité de matière colorante absorbée soit très faible. Alors que le liquide clair et isotrope se mélange, presque en toutes proportions, avec beaucoup de substances fondues, en particulier avec celles qui dérivent de l'aniline, le liquide biréfringent ne tolère qu'une faible quantité de matière étrangère et souvent même aucune trace. Ce fait est facile à mettre en évidence par l'emploi de matières colorantes. Ainsi la fuchsine colore fortement en rouge le liquide isotrope, mais les gouttes cristallines produites par refroidissement du liquide coloré ne contiennent pas du tout de matière colorante.

Je ferai remarquer que, si le liquide trouble était hétérogène, si c'était une émulsion, les composants se coloreraient inégalement dans le cas où il y a absorption de matière colorante.

O. Lehmann a étudié l'orientation des molécules cristallines liquides par rapport à celles du cristal solide. Il a remarqué qu'une plage très mince de *p*-azoxyphénétol solide, en devenant liquide, conserve le même polychroïsme et les mêmes directions d'extinction.

Les liquides anisotropes, dont les propriétés

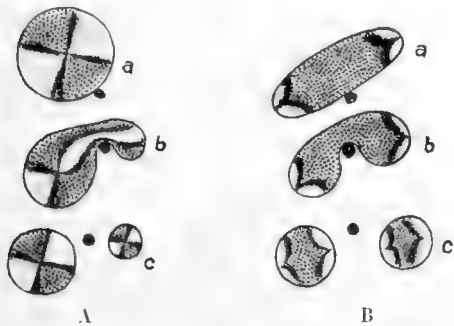


Fig. 10. — Gouttes anisotropes se divisant en deux sous l'influence d'un corps étranger. — A, cristal liquide dans la première position principale; B, dans la seconde position principale; les nicols sont croisés. (D'après O. Lehmann.)

viennent d'être passées en revue, ont la faculté de produire des gouttes identiques à celles d'un liquide ordinaire : elles peuvent se diviser sous l'influence d'un corps étranger ou se réunir ; elles montrent alors des phénomènes assez curieux. Deux gouttes qui viennent de se fusionner conservent pendant quelque temps les caractères particuliers de chacune d'elles (fig. 9), mais finalement la goutte totale a la constitution des gouttes étudiées plus haut. Si elle

est dans la première position principale, elle a un noyau foncé, enveloppé d'une zone claire. Les gouttes, en se réunissant, montrent parfois des images curieuses, plus ou moins compliquées. Les cristaux liquides provenant de la division d'une goutte présentent finalement les caractères de la goutte primitive (fig. 10). On a voulu, tout à fait à tort, établir des comparaisons entre les cristaux

et les êtres vivants ; avec plus de raison, on a vu des relations entre les gouttes liquides biréfringentes et les cellules.

Sur une lame de verre, le liquide recouvert d'un couvre-objet et examiné entre les nicols croisés montre un grand nombre de croix noires, plus ou moins déformées, représentant chacune un ou plusieurs cristaux liquides (fig. 2).

§ 2. — Cristaux plastiques.

Les cristaux de beaucoup de substances sont plus ou moins plastiques, surtout ceux des métaux (expériences anciennes de Tresca). O. Lehmann a montré que la masse pâteuse, obtenue en fondant l'iodure d'argent hexagonal, est composée d'un agrégat de cristaux octaédriques entrant en fusion à 450°. L'oléate d'ammoniaque, dont la



Fig. 12. — Cristaux d'oléate d'ammoniaque formés dans l'alcool. — Deux cristaux se fusionnent pour produire un cristal unique (a et b) ou donnent naissance à une macle (c). (D'après O. Lehmann.)

consistance est celle de la vaseline, est cependant constitué par un agrégat de cristaux qui se déforment par la plus faible pression. Le benzoate de cholestéryle, dont la fluidité est celle de l'huile,

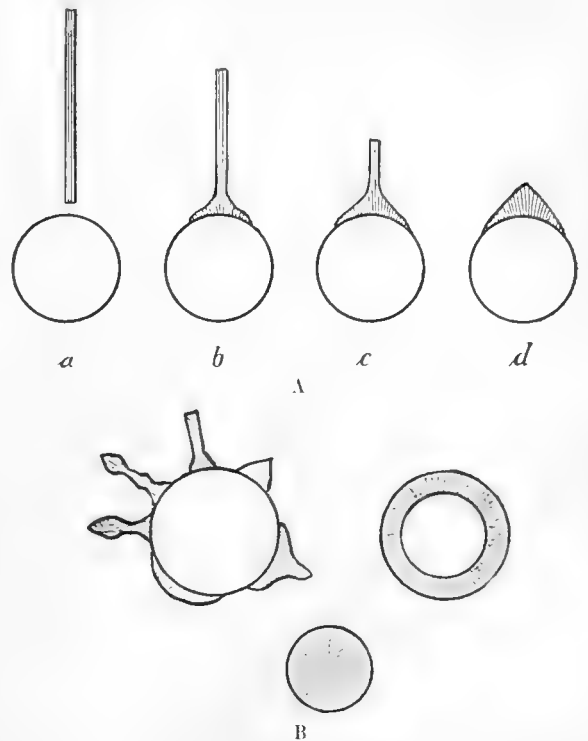


Fig. 13. — A, Cristal de *p*-azoxybenzoate d'éthyle se déformant progressivement au contact d'une bulle d'air. — B, plusieurs cristaux donnant finalement naissance à un sphérolite. (D'après O. Lehmann.)

présente, comme le *p*-azoxyphénétol, une phase liquide trouble, qui permet d'observer un passage entre les cristaux d'oléate d'ammoniaque et les cristaux liquides proprement dits.

Dans ces derniers, la forme de la goutte biré-

fringente est due seulement à la tension superficielle; celle des cristaux plastiques est influencée à la fois par celle-ci et par la structure cristalline; aussi les cristaux allongés sont arrondis à leurs deux extrémités. Ces cristaux plastiques montrent quelques propriétés intéressantes, jetant un jour tout à fait nouveau sur les forces moléculaires, et il y aurait des comparaisons intéressantes à faire avec d'autres phénomènes observés dans les cristaux, si cela ne nous éloignait pas trop du sujet.

Les cristaux de benzoate de cholestéryle sont allongés, peu biréfringents et tout à fait plastiques. Si deux cristaux, par suite des mouvements du liquide, arrivent à se rencontrer, sous l'influence des actions capillaires, l'un d'eux tourne de façon à se mettre dans la même direction que celle de l'autre, et les deux se fusionnent en un seul, comme l'indique la figure 11.

L'oléate d'ammoniaque, cristallisant dans l'alcool, montre un phénomène semblable; en outre, les cristaux, en venant au contact dans certaines positions, forment des macles (fig. 12).

Les cristaux de *p*-azoxybenzoate d'éthyle présentent un exemple frappant de l'influence de la tension superficielle sur la forme de ces substances plastiques.

Au contact d'une bulle d'air, ils se déforment progressivement, se raccourcissent, et viennent l'entourer partiellement (fig. 13). S'il y a plusieurs cristaux, la bulle peut être complètement enveloppée et, si elle vient à disparaître, il se produit un sphéro-cristal.

§ 3. — Mélanges de liquides cristallins.

La distinction entre les cristaux liquides et quelques-uns des cristaux plastiques ou mous qui viennent d'être considérés est artificielle; aussi, on peut s'attendre à trouver des mélanges entre ces liquides. Le benzoate de cholestéryle se mélange en toutes proportions avec le *p*-azoxyphénétol, et le liquide biréfringent qui en résulte présente, à l'œil nu, des colorations encore plus belles que celles qui

sont caractéristiques de quelques sels de cholestéryle. La biréfringence du liquide obtenu est intermédiaire entre celle des deux composants. Les gouttes ainsi produites présentent en général de nombreuses hachures (fig. 14).

Lorsque le liquide contient une grande quantité de benzoate de cholestéryle, les gouttes sont ovoïdes et, en se mettant en contact les unes avec les autres, produisent des macles de deux à cinq individus (fig. 15). Celles de 4 cristaux sont intéressantes (fig. 16); les hachures se croisant au centre, il se

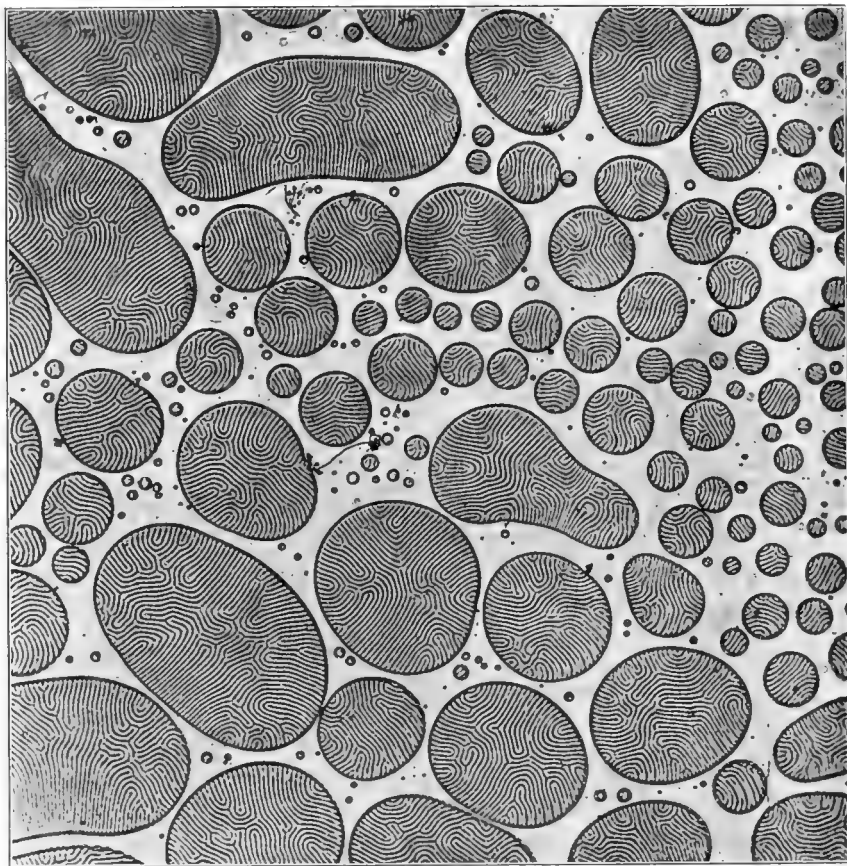


Fig. 14. — Préparation mince d'un mélange de liquides biréfringents, observée en lumière naturelle. — Les gouttes montrent de nombreuses bandes. (D'après une phototypie de O. Lehmann, cliché de l'ouvrage de Schenck.)

produisent des macles de deux à cinq individus (fig. 15). Celles de 4 cristaux sont intéressantes (fig. 16); les hachures se croisant au centre, il se



Fig. 15. — Gouttes données par un mélange de *p*-azoxyphénétol et de benzoate de cholestéryle. — Macles de trois individus. (D'après O. Lehmann.)

produit le phénomène des réseaux et, par suite, les belles couleurs signalées plus haut. La partie cen-

trale de la macle forme une étoile bleue à quatre branches, avec une bordure rouge devenant extérieurement jaune et finalement blanche.

Le mélange d'anisaldazine et d'acide *p*-méthoxycinnamique, fondu avec un peu de colophane, donne des résultats curieux¹. La biréfringence des globules anisotropes est diminuée de telle sorte qu'au lieu de donner les blancs d'ordre supérieur, ils présentent de belles couleurs et, en outre, la rotation du plan de polarisation fait complètement défaut. Mais ces globules ne conservent pas longtemps les mêmes propriétés : leur biréfringence augmente brusquement, comme s'il s'agissait d'un changement polymorphe, la fluidité ne changeant pas, et leur mobilité diminue. Cette modification est ensuite suivie d'une autre : les gouttes deviennent isotropes ; mais, en faisant glisser la lame couvrevue, on peut constater que la biréfringence n'a

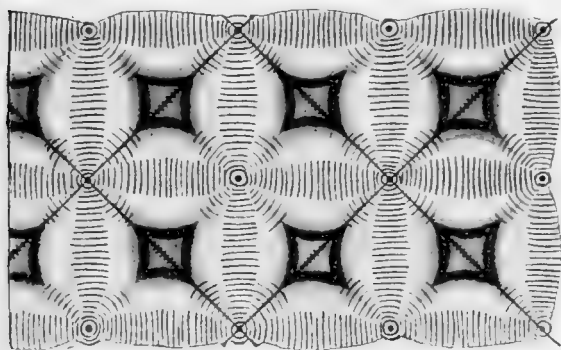


Fig. 16. — Macles de quatre individus produites par le mélange de benzoate de cholestéryle et de *p*-azoxyphénétol. (D'après O. Lehmann.)

pas changé et que l'isotropie est due à ce que les molécules se sont orientées de façon qu'un axe optique soit perpendiculaire à la préparation. Une orientation semblable a aussi été constatée dans l'oléate d'ammoniaque. Il ne s'agit probablement d'aucun changement polymorphe ; les variations de la biréfringence sont dues à ce que l'anisaldazine et l'acide *p*-méthoxycinnamique ne sont pas miscibles en toutes proportions, et, par suite de l'abaissement de température, les deux liquides se séparent partiellement dans la goutte.

III. — PROPRIÉTÉS PHYSICO-CIMIQUES.

L'étude des propriétés optiques a montré que les liquides anisotropes doivent leur biréfringence à leur structure moléculaire ; mais tous, sans exception, sont troubles, et la première idée qui vient à l'esprit est qu'ils ne sont pas homogènes. O. Lehmann explique ce trouble en admettant qu'il est

produit par des réfractions et des réflexions dans les divers cristaux liquides, dont l'orientation varie avec chaque individu ; un liquide dont les molécules auraient la symétrie cubique serait transparent. Je ferai remarquer que, les gouttes se réunissant, dès qu'elles sont en contact, pour former finalement un seul cristal liquide, les molécules d'un liquide anisotrope contenu dans un vase devraient avoir une orientation régulière dans toute l'étendue du liquide, à l'exception de celles qui sont en contact avec les parois ; par conséquent, il doit en résulter un cristal parfait, transparent et sans aucun trouble. Pour que cela se réalise, il faudrait que le liquide fût au repos absolu et, par conséquent, que sa température fût rigoureusement la même en tous ses points, conditions impossibles à maintenir pendant un temps assez long, tant qu'on n'aura pas découvert des liquides biréfringents à la température ordinaire, laquelle peut seule être réglée avec une grande précision.

Ce trouble des liquides biréfringents n'est pas, au premier abord, en faveur de la conception de O. Lehmann, et d'autres hypothèses ont été émises. G. Quincke a pensé qu'en admettant l'existence de corpuscules solides anisotropes en suspension dans un liquide en contact avec un autre liquide, non miscible avec lui et l'enveloppant comme le ferait une membrane, le phénomène serait expliqué ; il serait même intéressant de réaliser l'expérience. Tammann croit qu'il s'agit d'une émulsion. Le liquide biréfringent de *p*-azoxyphénétol serait formé par un produit brun se produisant en grande quantité dans les substances du *p*-nitrophénol et par une solution dans celui-là du corps solide non décomposé.

Pour savoir si les liquides biréfringents sont homogènes ou hétérogènes, de nombreuses recherches sur diverses propriétés physiques ont été faites, surtout par R. Schenck et par plusieurs élèves de l'Université de Marbourg ; trois thèses sur ce sujet ont déjà été soutenues.

§ 1. — Propriétés montrant que les liquides biréfringents sont purs.

Si les liquides troubles sont des émulsions, une machine centrifuge doit permettre de séparer les liquides constituants. Schenck a expérimenté sur le *p*-azoxyanisophénétol, très trouble entre 93°5 et 149°6. La machine centrifuge de 0^m,60 de diamètre a fonctionné pendant dix minutes à 1.500 tours à la minute. Aucune séparation n'a été obtenue. Cœhn, qui s'est servi, dans ses expériences, du *p*-azoxyanisol, a utilisé une machine donnant 1.000 tours à la minute. Au bout de deux heures, le liquide était encore trouble comme au début de l'opération. Avec un temps beaucoup

¹ *Ann. d. Physik*, 4^e série, vol. XVI, p. 160, 1903.

moindre, les éléments figurés du sang se séparent du sérum.

La *cataphorèse électrique* permet aussi de reconnaître les émulsions. La méthode est basée sur le fait que, s'il existe une différence de potentiel entre les gouttelettes en suspension et le liquide, les premières se dirigent vers une des deux électrodes, dans le cas où une chute de potentiel est produite dans le liquide. Bredig et von Schukowski ont expérimenté avec l'anisaldazine, le propionate de cholestéryle et deux autres substances, et Cœhn avec le *p*-azoxyanisol. Les conditions de température, de pression, etc., ont été variées et aucune séparation n'a été obtenue.

De Koch a montré que les émulsions, contenant des particules d'une autre nature en suspension, donnent les anneaux de Newton, et, des dimensions de ces anneaux, il est même possible de calculer celles des particules en suspension. Le *p*-azoxyanisol et l'acide *p*-méthoxycinnamique ne lui ont fourni aucun résultat.

De Koch a aussi observé que le spectre d'absorption des liquides clairs et des liquides cristallins est le même.

Le changement de la viscosité, produit au moment où le liquide trouble devient monoréfringent, est un fait absolument inattendu. Des mesures précises faites par Schenck, il résulte que la plupart des liquides anotropes, en devenant clairs, perdent beaucoup de leur fluidité. Une émulsion ne donne rien de semblable.

Par conséquent, tous les faits observés qui précèdent montrent que les liquides biréfringents ne sont pas des émulsions.

L'expérience de Abegg et Leitz contredit l'hypothèse de G. Quincke. Ces auteurs ont mesuré la constante diélectrique du liquide cristallin et du liquide isotrope, et aucune différence n'a été constatée, alors que, d'après les observations de Drude, s'il y avait eu des particules solides en suspension dans le liquide trouble, on aurait observé une diminution de la constante diélectrique, au moment de la clarification.

En outre, G. Tammann a filtré trois fois, avec un filtre à bactéries, un liquide biréfringent et n'est pas arrivé à obtenir la moindre séparation.

§ 2. — Comparaison des propriétés physiques des deux liquides anisotrope et isotrope.

En général, il y a une diminution brusque de la densité, au moment où le liquide trouble devient clair. Le changement est assez faible dans le benzoate de cholestéryle et presque nul dans le *p*-diacétylstilbène chloré; mais, dans ce dernier cas, il se forme des produits de décomposition, qui faussent les observations.

Les points de fusion et de clarification sont modifiés par la pression. Hulett a montré que ces deux points s'élèvent régulièrement avec la pression et que les lignes les représentant en fonction de la température sont deux droites presque parallèles dans le *p*-azoxyanisol et le *p*-azoxyphénétol.

Le point de congélation d'un liquide est abaissé par la présence d'une substance étrangère en dissolution dans ce dernier, et la grandeur de cet abaissement dépend de la concentration moléculaire de cette dissolution. Si le point de clarification est analogue au point de solidification, un phénomène semblable doit être observé. Schenck a fait, dans ce but, des expériences qui ont confirmé cette analogie.

Le passage de l'état solide à l'état de liquide anisotrope se fait avec absorption de chaleur, ce qui est tout naturel; mais il était intéressant de savoir si la transformation du liquide cristallin en liquide isotrope nécessite une certaine quantité de chaleur. Les nombreuses mesures faites ont montré que l'analogie entre les points de clarification et de fusion est complète.

Dernièrement, Rotarski et Žemčuzyj ont fait des recherches au moyen du pyromètre enregistreur de Kurnakow pour voir si la fusion et la clarification se font à une température déterminée. Des courbes de refroidissement obtenues, ils concluent que le liquide trouble se comporte comme une émulsion; leurs résultats ont été contestés par Schenck.

Les chaleurs spécifiques diffèrent peu dans les liquides anisotrope et isotrope. Elles sont, en effet, pour les deux corps suivants :

	ÉTAT solide	LIQUIDE trouble	LIQUIDE clair
<i>p</i> -azoxyanisol	0,282	0,529	0,531
<i>p</i> -azoxyphénétol	0,335	0,526	0,529

La tension superficielle ne varie pas beaucoup d'un liquide à l'autre; elle est par centimètre carré (deux expériences) :

<i>p</i> -azoxyanisol	{	anisotrope	38,62 dynes. (I)
		isotrope	37,27 — (II)
<i>p</i> -azoxyphénétol	{	anisotrope	37,01 — (I)
		isotrope	35,60 — (II)
	{	anisotrope	30,77 — (I)
		isotrope	28,44 — (II)
	{	anisotrope	28,06 — (I)
		isotrope	27,01 — (II)

Les molécules cristallines et amorphes ont donc presque le même volume, et il serait très intéressant de savoir si les deux sortes de molécules ont la même facilité de passer dans le réseau des cristaux de heulandite; malheureusement, l'expérience ne sera réalisable que le jour où nous connaissons un liquide biréfringent à la température ordinaire.

IV. — CONCLUSIONS.

L'étude rapide des diverses propriétés des liquides cristallins a montré que leur biréfringence est réellement due à leur structure moléculaire et non à une émulsion (hypothèse de Tammann). En outre, il existe tous les passages entre les cristaux liquides et les cristaux solides. L'hypothèse de O. Lehmann donne donc une interprétation satisfaisante des phénomènes observés. Il est probable que, dans les cristaux solides, la double réfraction dépend aussi, comme dans les cristaux liquides, de la molécule elle-même, fait déjà admis par plusieurs cristallographes.

Cependant, l'idée qu'un liquide puisse être biré-

fringent choque tellement les idées en cours qu'elle est loin d'être généralement admise. Sur la proposition de Van t'Hoff, une Commission, dont fait partie le principal adversaire des théories de M. Lehmann, M. Tammann, a été nommée par la Société Bunsen, société dont le but est de faire progresser la Chimie physique, pour étudier la nature des liquides troubles. L'attention étant ainsi appelée, d'une façon particulière, sur cette question, il est probable que, dans peu de temps, on aura encore à enregistrer des faits nouveaux relatifs à la Physique moléculaire.

P. Gaubert,

Assistant de Minéralogie
au Muséum d'Histoire naturelle.

REVUE ANNUELLE DE CHIRURGIE

I. — ANESTHÉSIE.

A diverses reprises, dans ces revues annuelles de Chirurgie, nous avons eu l'occasion d'aborder la question de l'anesthésie. Une série de travaux, publiés cette année, nous engage à revenir sur ce point.

§ 1. — Anesthésie locale.

Depuis que la cocaïne est entrée dans la pratique, il y a une vingtaine d'années, on a tour à tour prôné la tropacocaïne, l'eucaïne *a*, l'eucaïne *b*, l'anesthésine, le gaiacol, puis toujours on est revenu à la cocaïne. Actuellement, il semble qu'on soit en possession d'un nouvel anesthésique local pouvant supporter la comparaison avec elle.

La *stovaïne*, découverte par un chimiste français, M. Fourneau, rentre, nous dit M. Pouchet, dans le groupe des anesthésiques locaux et possède, en outre, à faible dose, des propriétés antithermiques manifestes. Son action est analogue à celle de la cocaïne; elle abolit les propriétés vitales des cellules avec lesquelles elle vient en contact et agit comme poison du système nerveux central. Elle a une action tonique sur le cœur, des propriétés antiseptiques; sa toxicité est beaucoup plus faible que celle de la cocaïne.

MM. Chaput et Reclus, qui l'ont expérimentée sur l'homme, s'en déclarent très satisfaits. L'action de la *stovaïne* serait peut-être, au dire de Reclus, moins durable que celle de la cocaïne; mais c'est là une différence infinitésimale, et la vérité est que la *stovaïne* vaut la cocaïne. Elle est moins toxique. Reclus emploie couramment 14, 16, 18 et même 20 centigrammes de *stovaïne*; les petits troubles

physiologiques parfois notés, une légère pâleur de la face, un peu d'anxiété précordiale, sont plus exceptionnels encore qu'avec la cocaïne.

Aussi comprend-on que les partisans de la rachicocaïnisation, Chaput, Tuffier, aient, dans ces derniers temps, substitué à la cocaïne la *stovaïne* pour les injections anesthésiantes intra-rachidiennes. L'anesthésie semble avoir été bien obtenue; mais, comme après l'emploi de la cocaïne lombaire, on a observé une céphalalgie pénible, de la rachialgie et des vomissements. Bien que cette rachistovainisation n'ait encore été employée que sur un nombre relativement limité de malades, on a déjà publié deux cas d'intoxication manifeste, dont un suivi de mort. Aussi comprend-on que M. Reclus, tout en acceptant ce qui a trait aux injections localisées de *stovaïne*, ait fait des réserves théoriques sur l'emploi de la *stovaïne* rachidienne.

§ 2. — Anesthésie générale.

Au cours de la dernière année écoulée, un mouvement s'est dessiné à Paris en faveur de l'emploi des appareils au lieu de la simple compresse pour l'administration du chloroforme.

MM. Kirmisson, Delbet, Quénu, etc., ont préconisé l'emploi d'un appareil venu d'Allemagne, celui de Roth-Dräger. La *méthode de Roth* s'inspire d'un double principe :

1° Le principe des mélanges titrés de chloroforme, établi expérimentalement par Paul Bert, et appliqué par lui avec succès, dès 1884, dans le service de Péan;

2° Le principe de l'association de l'oxygène au chloroforme, principe excellent, les récentes expériences de Gwathmey, à New-York, ayant montré

que le chloroforme mélangé à l'oxygène est deux fois moins toxique que le chloroforme mélangé d'air.

Dans l'appareil de Roth, l'arrivée de l'oxygène, contenu sous pression dans un obus, est réglée par une vis faisant mouvoir une aiguille sur un cadran gradué, permettant de faire passer à volonté 1, 2, 3, 4 ou 5 litres d'oxygène par minute et de savoir toujours la quantité qui passe en un temps donné. L'écoulement du chloroforme, contenu dans un petit récipient en verre, peut de même être accéléré ou retardé, suivant la position qu'on donne à une aiguille se déplaçant sur un second cadran analogue au premier. On peut ainsi faire respirer par minute 30 centigrammes, 1 gramme, 1 gr. 50 ou 2 grammes de chloroforme.

Théoriquement, cette méthode semble bonne; pratiquement, elle a tout au moins l'inconvénient de nécessiter l'emploi d'un appareil volumineux, lourd, peu portable et coûteux. Aussi comprend-on que son emploi n'ait séduit qu'un petit nombre de chirurgiens et que l'on ait cherché des appareils plus simples. A cet égard, nous devons mentionner celui de Vernon-Harcourt, couramment employé à Londres, que MM. Monprolit et Témoin ont introduit en France, et les appareils plus récents de Ricard et de Reynier.

L'appareil de Ricard est le plus employé à Paris. Cet appareil se compose essentiellement d'un masque, pourvu à sa partie supérieure d'une soupape d'expiration et relié, par un tube garni d'une soupape d'inspiration, à un appareil mélangeur de chloroforme et d'air.

Cet appareil est constitué par un cylindre de verre dans lequel se trouve le chloroforme et dont le couvercle est percé de cinq trous, dont quatre peuvent être fermés successivement, ce qui permet de diminuer à volonté la quantité d'air pénétrant dans l'appareil et, par conséquent, d'augmenter la proportion de vapeurs chloroformiques. Une tige filetée creuse passe par l'orifice central du couvercle et supporte un disque intérieur mobile, percé d'un orifice central. Ce disque peut descendre jusqu'au contact du chloroforme; remonté au maximum, il vient butter contre la base d'un cylindre métallique appendu au couvercle et ménagé ainsi, au-dessus de lui, une chambre dans laquelle aboutissent le tube d'inspiration relié au masque et les quatre orifices situés sur le couvercle; le malade ne respire alors que de l'air pur.

Malgré ce qu'ils ont de séduisant, ces divers appareils n'ont pas été adoptés par tous les chirurgiens. M. Berger craint que l'emploi des appareils ne détourne l'attention du chloroformisateur de l'observation des phénomènes physiologiques présentés par le malade, en la portant sur le jeu de l'appareil, en remplaçant la surveillance du malade

par la surveillance des robinets, des curseurs, des obturateurs, des soupapes. Aussi préfère-t-il donner le chloroforme sur une simple compresse, ce qui, incontestablement, est le procédé le plus simple d'anesthésie. Avec la compresse et un peu d'attention, on peut, du reste, régler l'administration du chloroforme comme on le fait avec les appareils mélangeurs.

Le point important, quel que soit le mode d'anesthésie employé, c'est de donner au début le chloroforme doucement pour éviter les défenses du début, l'excitation violente et les troubles respiratoires qui en sont la conséquence. Il est important que l'anesthésie soit bien commencée, sans quoi elle reste souvent jusqu'au bout troublée; puis qu'elle soit très régulièrement continuée, de manière à éviter ces demi-réveils qui précèdent souvent les accidents. Qu'on emploie un quelconque des appareils ou la compresse, il y aura toujours des anesthésies régulières et de mauvaises anesthésies, et cela dépendra beaucoup de celui qui donne le chloroforme. A cet égard, l'institution d'anesthésistes professionnels semble une bonne pratique, qu'il y aurait lieu de chercher à vulgariser en France.

§ 3. — La scopolamine.

Un nouvel anesthésique général nous a été apporté, par M. Desjardins, d'Allemagne, où il est employé depuis quelques années par un certain nombre de chirurgiens. La *scopolamine* s'emploie en injections sous-cutanées associée à la morphine (1 milligramme de bromhydrate de scopolamine, 1 centigramme de chlorhydrate de morphine, 1 centimètre cube d'eau).

Avec trois injections de 1 centimètre cube, faites successivement quatre heures, deux heures et une heure avant l'opération, on arrive, dans 26 % des cas environ, à avoir une anesthésie suffisante pour pouvoir opérer. Les malades dorment en général de quatre à cinq heures et se réveillent sans vomissements, sans nausées, ne se plaignent pas de leur plaie et restent plus ou moins anesthésiés pendant une période de vingt-quatre heures environ.

La scopolamine a été particulièrement employée en France par Terrier et Desjardins, puis par Walther et Defontaine.

Elle a l'inconvénient d'être très inégale dans son action, si bien que, chez un grand nombre de malades, il faut donner une certaine quantité de chloroforme; elle provoque une vaso-dilatation qui gêne parfois l'opérateur; enfin, elle s'accompagne d'une contracture de la paroi abdominale ne cessant même pas à la suite de la chloroformisation et contre-indiquant la scopolamine pour la chirurgie abdominale.

Il semble que, pour de petites interventions, la scopolamine-morphine soit suffisante; pour des opérations plus sérieuses, elle pourrait être utilement combinée à l'action du chloroforme. Il suffirait de faire, une à deux heures avant l'opération, une injection de la solution habituelle, puis de donner le chloroforme pendant que le malade est sous l'action du médicament; il passerait alors insensiblement au sommeil le plus profond, sans appréhension, sans agitation, après avoir inhalé une quantité de chloroforme extrêmement minime.

M. Terrier, qui, au début, avait conseillé de chercher à obtenir l'anesthésie avec les injections de scopolamine-morphine seule, constatant que dans 76 % des cas il fallait donner du chloroforme et sans qu'aucun indice pût faire prévoir cette nécessité, a fini par conclure qu'il était préférable d'en donner de parti pris dans tous les cas. Avec l'unique injection de scopolamine, qui suffit alors, on n'a pas les inconvénients que nous avions signalés à la suite de la triple injection : la contraction de la paroi et la vaso-dilatation superficielle deviennent inappréciables.

II. — TRAITEMENT DU CANCER.

La question du cancer, de sa nature et surtout de son traitement, continue à être une de celles qui préoccupent le plus le monde médical; nous ajouterions même le monde extra-scientifique, si l'on en jugeait par les nombreux articles que la presse politique a consacrés depuis dix-huit mois à la *sérothérapie du cancer*.

§ 1. — Sérothérapie.

Dans une série de publications retentissantes, M. Doyen a cherché à établir :

a) Que le cancer était dû à l'action d'un microbe inconnu jusqu'à ses travaux et qu'il décrit sous le nom de *Micrococcus neoformans*;

b) Que l'on pouvait améliorer et même guérir un grand nombre de cancers par l'injection d'un sérum spécial.

Les travaux de contrôle, faits à la suite de ces communications, semblent bien établir l'existence du nouveau microbe décrit par Doyen sous le nom de *Micrococcus neoformans*. Dans un grand nombre de tumeurs, M. Metchnikoff a, sur ce point, confirmé les assertions de Doyen; mais il ne s'ensuit pas nécessairement que ce microbe soit l'agent spécifique du cancer. M. Doyen le croit pour deux raisons :

1° Il a pu, avec des cultures de son microbe, provoquer le développement de tumeurs;

2° Les cultures de son microbe ont été agglutinées par le sérum de plusieurs cancéreux.

Malheureusement, les examens faits par les membres de la Société anatomique, Cornil, Brault, Letulle, Weinberg, etc., des tumeurs obtenues par M. Doyen à la suite de l'inoculation de son microbe, ont montré que cet expérimentateur s'était mépris sur la nature des productions constatées. Jamais il n'a obtenu une néoformation répondant à la marche et à la gravité clinique du cancer vrai. Les lésions qu'il a produites dans ses expériences ne sont que des lésions d'inflammation subaiguë ou chronique; elles ne répondent en rien aux types microscopiques de l'épithéliome ou du sarcome; elles sont identiques à celles qui succèdent à une infection par d'autres micro-organismes, le bacille tuberculeux par exemple, ou même à l'introduction de corpuscules étrangers, stérilisés, comme la poudre de lycopode.

Quant au fait que, dans quelques cas, les cultures du *Micrococcus neoformans* ont été agglutinées par le sérum de cancéreux, il n'a pas l'importance que lui attribue M. Doyen au point de vue du diagnostic du cancer et, par conséquent, au point de vue de la spécificité du microbe comme agent pathogène des néoplasmes. M. R. Marie, expérimentant avec le sérum de tuberculeux, de syphilitiques, d'hémiplégiques, de malades atteints d'affections médullaires et même d'individus sains, a pu constater que le sérum humain, quelle que fût sa provenance, et quelle que fût la maladie du sujet qui l'avait fourni, possède la propriété d'agglutiner le microbe de Doyen tout comme le sérum des cancéreux.

La conclusion à tirer de tous ces travaux de contrôle, c'est qu'il existe dans un certain nombre de néoplasmes un microbe répondant aux caractères décrits par Doyen, mais que rien ne démontre, ni les recherches expérimentales, ni le séro-diagnostic, qu'il s'agisse là d'un microbe spécifique, de l'agent pathogène du cancer.

Sur la demande de l'Association française de Chirurgie qui, lors du Congrès de 1904, avait manifesté le désir d'être scientifiquement renseignée sur la valeur du traitement sérothérapique de Doyen, et qui avait exprimé le vœu que la Société de Chirurgie nommât une Commission pour en étudier les effets, la Société de chirurgie, dans sa séance du 14 décembre 1904, procéda à l'élection d'une Commission composée de MM. Berger, Kirmisson, Monod, Nélaton et Delbet.

Vingt-six malades ont été suivis dans la clinique de M. Doyen, où ils étaient traités par M. Doyen lui-même; sept mois plus tard, dans la séance du 12 juillet dernier, la Commission apportait le résultat de ses constatations :

« Trois observations sont inutilisables, les malades n'ayant pu être suivis ;

« Un cas est sans récédive après quatre ans et demi (lymphosarcome du testicule) ;

« Deux cas sont stationnaires ;

« Vingt-neuf sont incontestablement aggravés et, chez quelques-uns, l'aggravation semble même avoir été très rapide.

« M. Doyen objecte que quelques-uns de ces malades ont été insuffisamment traités ; il n'en reste pas moins, comme le fait observer Pierre Delbet, au nom de la Commission dont il était le rapporteur, « que, pendant les cinq mois où nous avons examiné tous les malades que M. Doyen a voulu nous montrer, nous n'avons pas vu une seule amélioration. Aussi nous semble-t-il que M. Doyen a été victime des illusions qui entraînent si facilement les inventeurs à confondre leurs espérances avec la réalité, et nous concluons à l'unanimité :

« Rien de ce que votre Commission a observé ne permet de penser que le traitement de M. Doyen ait une action favorable sur le cancer. »

En présence de ces constatations précises, nous devons donc encore une fois abandonner les espérances qu'avait fait naître cette nouvelle médication sérothérapique et revenir aux traitements locaux qui, seuls jusqu'ici, ont donné des succès.

§ 2. — Rayons X.

Parmi les nouveaux traitements locaux du cancer, il en est un sur lequel nous devons nous arrêter quelque peu : c'est le *traitement par les rayons X*.

Il semble aujourd'hui bien établi que la radiothérapie, appliquée au traitement des cancroïdes de la peau, en particulier des petits épithéliomas de la face, est efficace ; elle provoque, comme le dit Tuffier, la disparition du tissu néoplasique et de ce tissu seul, si bien que la cicatrice consécutive est remarquable par sa souplesse et son uniformité. Pour les cancers plus profonds, ayant secondairement envahi la peau ou non encore ulcérés, les résultats ne semblent pas aussi brillants.

L'application des rayons demande, du reste, à être faite alors avec certaines précautions. Béclère, qui, dans ces dernières années, s'est spécialement attaché à l'étude de ces questions, pose les règles suivantes :

1° Faire absorber à chaque séance la quantité de rayons maxima compatible avec l'intégrité du tégument ;

2° Mettre entre les diverses séances l'intervalle de temps minimum compatible avec l'intégrité du tégument.

Conformément à ces règles, il est difficile de dépasser par séance la dose de 4 H (unités Holzknecht) et de mettre entre deux séances consécutives moins d'une semaine d'intervalle.

En se conformant à ces règles, on arrive à obtenir

la cicatrisation d'un certain nombre d'ulcérations, cicatrisation qui s'accompagne d'une notable amélioration de l'état général, comme si le traitement, en faisant disparaître les lésions locales, tarissait une source de poisons. Il ne semble malheureusement pas que l'on ait obtenu jusqu'ici de guérisons réelles ; les malades localement améliorés, quelquefois même guéris en apparence, succombent au bout d'un temps plus ou moins court à des dégénérescences ganglionnaires ou viscérales secondaires. Bien plus, la cicatrisation d'une ulcération ne semble être quelquefois que le résultat d'une pseudo-guérison, comme le montrent des examens de Borrel, qui a trouvé, au microscope, du cancer dans la partie profonde de noyaux cicatrisés.

Le traitement opératoire, abstraction faite des petits cancroïdes de la face dont l'évolution lente est, du reste, toute spéciale, reste le seul que nous ayons pour combattre le cancer. Peut-être y aurait-il quelque utilité à faire des applications de rayons X sur les cicatrices après les extirpations de cancer, l'action élective de ces rayons sur les tissus néoplasiques et leur respect des éléments normaux nous autorisant à le faire. Rien n'est toutefois encore établi sur ce point.

§ 3. — Opérations.

Pour que le traitement opératoire donne des résultats durables, il faut que le chirurgien enlève la totalité des tissus envahis. Il faut, de plus, qu'il les enlève en bloc, comme s'il s'agissait d'une poche septique, évitant la dissémination dans la plaie de cellules cancéreuses qui pourraient y pulluler et être le centre de noyaux de récédive à évolution quelquefois plus rapide que la tumeur initiale.

Le manuel opératoire est aujourd'hui réglé pour une série de cancers.

Pour le *cancer du sein*, il faut enlever en bloc le sein, la peau, le muscle pectoral sous-jacent et la masse remplissant le creux axillaire, mettant en pratique le procédé d'Halsted (de Baltimore) plus ou moins modifié. Pour le *cancer de l'utérus*, il y a lieu d'enlever par l'abdomen les ligaments larges, l'utérus et la partie supérieure du vagin suivant les indications de Wertheim (de Vienne). Pour le *cancer du pylore*, nous conseillons d'extirper en masse le pylore, les glandes sous-jacentes, et toute la petite courbure de l'estomac avec la chaîne de ganglions jusqu'au cardia. Pour le *cancer du rectum*, nous avons posé comme règle qu'il faut enlever tout le rectum avec les ganglions de son méso, en bloc, ce qui est facile en rasant la concavité sacrée, etc.

Pour tous ces cancers, la question opératoire nous semble actuellement tranchée. Il n'en est pas

de même du *cancer de la langue*, qui a fait, dans ces dernières années, l'objet de nombreuses discussions et qui passe pour un des plus rebelles à nos moyens chirurgicaux.

Poirier à Paris, Butlin à Londres se sont attachés à montrer qu'on pouvait, par des exérèses étendues, arriver à obtenir de véritables guérisons. Tous deux conseillent, toutes les fois que le plancher buccal n'est pas pris, de faire l'opération en deux temps : exécutant, dans le premier une opération exclusivement buccale, dans le deuxième une opération exclusivement cervicale, conservant entre les deux foyers opératoires une cloison constituée surtout par le mylo-hyoïdien et la base hyoïdienne des muscles de la langue. En évitant la communication des plaies opératoires, buccale et cervicale, on évite l'infection des espaces cellulaires du cou par le contenu buccal; les dangers de l'opération sont diminués et la durée de la guérison opératoire réduite.

Le premier temps opératoire est relativement simple. La bouche étant maintenue largement ouverte, on tire fortement la langue au dehors et l'on coupe les piliers antérieurs devenus facilement accessibles. Relevant la pointe de la langue, on sectionne avec des ciseaux le frein et les génio-glosses, près de leur insertion maxillaire. Il est alors facile de libérer le ou les flancs de l'organe, suivant l'étendue du mal, coupant après la muqueuse l'hypoglosse sous lequel on trouve l'artère linguale qu'on lie. On termine l'opération en circonscrivant la tumeur à grands coups de ciseaux donnés à distance dans les parties saines.

Seul le rejet des liquides intra-buccaux (sang et salive), à chaque expiration et pendant les quintes de toux que détermine l'écoulement de sang dans le conduit pharyngo-laryngé, gêne l'opérateur. Pour l'éviter, on peut pratiquer, au début de l'intervention, une laryngotomie intercrico-thyroïdienne. Celle-ci est très simplement exécutée, après section de la peau, par ponction de la membrane intercrico-thyroïdienne avec une canule pourvue d'un mandrin ovoïde aiguisé en trocart. L'opération terminée, on retire la canule et l'opéré respire par la bouche.

Neuf jours après ce premier temps, lorsque le malade commence à avaler sans grandes difficultés, Butlin pratique le deuxième temps, l'exérèse des ganglions cervicaux.

Ceux-ci peuvent, au point de vue chirurgical, être classés en quatre groupes différents : un groupe sous-mental, un sous-maxillaire se confondant plus ou moins avec la glande, un carotidien inférieur, dont une glande est particulièrement importante au niveau de la bifurcation de l'artère, un parotidien ou carotidien supérieur qui se trouve

situé profondément, plutôt en arrière des vaisseaux qu'en avant, entre ceux-ci et la parotide.

Pour enlever toute cette chaîne ganglionnaire, il faut faire une longue incision sur le bord antérieur du sterno-mastoïdien, depuis l'apophyse mastoïde jusqu'à l'articulation sterno-claviculaire, et brancher perpendiculairement sur celle-ci une autre incision qui va du bord supérieur du cartilage thyroïde à la symphyse. En relevant les deux lambeaux cutanés ainsi taillés, on enlève complètement les groupes ganglionnaires, disséquant de très près le paquet vasculaire du cou, enlevant la glande sous-maxillaire, excisant même une portion de la parotide et disséquant avec soin tous les muscles de la région.

Nous avons cru utile de rappeler ici ces larges opérations faites par Butlin, parce que cette manière de procéder n'est guère entrée dans la pratique jusqu'ici et qu'elle semble avoir donné à son auteur des résultats meilleurs que ceux que nous sommes habitués à observer.

Sur vingt-huit malades ayant subi, de janvier 1896 à décembre 1901, ce large évidement du triangle cervical antérieur, Butlin en a vu quatre succomber à une tumeur ganglionnaire sans récurrence locale sur la langue; il a pu en suivre dix en parfait état pendant un laps de temps dépassant trois ans.

Poirier va plus loin encore que Butlin; se rappelant que les lymphatiques d'un côté de la langue s'anastomosent largement avec ceux du côté opposé, il conseille de pratiquer systématiquement un évidement bilatéral des ganglions du cou, pratique que n'ont pas adoptée les autres chirurgiens et que rejette en particulier J.-L. Faure, qui se demande si les avantages théoriques de l'ablation bilatérale ne sont pas largement compensés par les inconvénients qu'il y a à pratiquer une opération aussi étendue, d'autant plus que, si les ganglions du côté opposé sont pris, les chances qu'il pourra y avoir de les enlever en totalité sont bien minimes.

III. — OTO-RHINOLOGIE.

§ 1. — Traitement des otites moyennes aiguës.

Le traitement des otites moyennes aiguës, mis à l'ordre du jour de la dernière réunion de la Société française d'Otologie, de Laryngologie et de Rhinologie, y a fait l'objet d'un intéressant Rapport de Lermoyez, Lubet-Barbon et Moure.

Au début, on peut quelquefois obtenir la sédation des symptômes par un *traitement purement médical*. Lorsque les douleurs ne sont pas continues, que l'audition n'est pas notablement abaissée, que la fièvre est légère, on peut se borner à remplir

plusieurs fois par jour le conduit auditif avec de la glycérine phéniquée chaude à 5 %. Ces applications calment la douleur et désinfectent l'oreille externe en vue d'une intervention opératoire secondaire éventuelle. Les applications de laudanum, de baume tranquille, qui infectent le conduit, les douches d'air dans le nez, qui agitent la caisse et ses articulations endolories, qui risquent d'envoyer en masse les germes du nasopharynx, sont aujourd'hui abandonnées.

Si la douleur est continue et croissante, si la surdité est récente et très accusée, si, en l'absence de toute lésion en un autre point du corps, la fièvre est vive, il faut faire la *paracentèse du tympan*, que, pratiquement, on incise là où il bombe.

Quand une ou deux larges paracentèses n'ont pas suffi à faire disparaître les symptômes inquiétants de l'otite, s'il persiste des douleurs fixes et spontanées dans la région mastoïdienne, s'il y a des douleurs à la pression de l'apophyse, il faut *ouvrir largement l'antre mastoïdien*.

En traitant ainsi rationnellement les otites moyennes aiguës, on évitera les méningites, les abcès du cerveau, les abcès du cou, la surdité définitive, complications si fréquentes, autrefois, quand cette affection était mal traitée.

§ 2. — Traitement de la méningite d'origine auriculaire.

Jusqu'à ces derniers temps, la Chirurgie se croyait impuissante en présence d'une méningite suppurée. Deux observations récemment publiées par Lermoyez montrent ce que l'on peut espérer d'une intervention opératoire judicieuse.

Dans un premier temps, Lermoyez évide largement le rocher, et, par le toit de l'antre, découvre la dure-mère sans la franchir.

Si les accidents continuent, au bout de quelques jours il incise la dure-mère crucialement et même pratique des ponctions exploratrices du lobe temporal, de manière à vider le ventricule latéral s'il est le siège d'une hydropisie enkystée ou à ouvrir quelquefois un abcès temporal latent.

En même temps, on fait et, au besoin, on répète des ponctions lombaires, de manière à évacuer avec le liquide une certaine dose de microbes et de toxines, en même temps qu'on provoque la sécrétion d'une nouvelle quantité de liquide céphalo-rachidien qui posséderait peut-être un pouvoir bactéricide actif.

§ 3. — Traitement des sinusites frontales.

Si les sinusites frontales aiguës ou subaiguës évoluent naturellement vers la guérison, les sécrétions s'écoulent facilement et sous la simple action de la pesanteur dans les fosses nasales à travers le

canal infundibulaire, il n'en est pas de même des sinusites frontales chroniques, qui s'accompagnent de modifications profondes de la muqueuse, hyperplasiée, bourgeonnante et couverte de fongosités.

Depuis que la spécialité oto-rhino-laryngologique a pris le développement que l'on sait, de nombreux procédés ont été préconisés pour la cure de cette affection.

Les uns méritent en quelque sorte le nom de *procédés simples* : ce sont de simples trépanations fronto-sinusoïdales. Dans le procédé d'Ogston-Luc, par une incision courbe, longeant la moitié ou le tiers interne du sourcil, on trépane parcimonieusement la paroi antérieure du sinus, curettant celui-ci et drainant par le canal fronto-nasal. Dans celui de Kunht, on résèque toute la paroi antérieure du sinus frontal, y compris l'arcade orbitaire, on nettoie les parties et l'on applique directement la peau sur l'excavation ainsi créée, ce qui entraîne une difformité considérable. Dans celui de Tilley, on combine les deux opérations précédentes; on supprime la cavité sinusale en enlevant toute sa partie antérieure, puis on draine par effraction à travers les cellules ethmoïdales antérieures et l'infundibulum.

Les *procédés mixtes* s'attaquent, en même temps qu'aux sinus frontaux, au labyrinthe ethmoïdal. Tel le procédé de Taptas, qui, après avoir réséqué la paroi du sinus jusqu'à son pied, prolonge la brèche jusque dans la cavité nasale par résection de l'apophyse montante du maxillaire supérieur et détruit, au fond de la tranchée ainsi créée, les cellules ethmoïdales. Jacques résèque de même les cellules ethmoïdales, mais y arrive par une baie de la branche montante du maxillaire et de l'apophyse nasale du frontal, après avoir cureté le sinus par un effondrement de sa paroi orbitaire. Killian, pour curetter le sinus, crée deux brèches, l'une aux dépens de sa paroi antérieure, l'autre aux dépens de sa paroi inférieure, toutes deux séparées par l'arcade orbitaire supérieure conservée, ce qui évite la défiguration; puis il trépane l'apophyse montante du maxillaire, ce qui lui permet de curetter et d'ouvrir largement les cellules ethmoïdales antérieures.

Tous ces procédés semblent à Sébileau un peu théoriques. Il n'y a pas de raisons pour trépaner systématiquement d'une manière parcimonieuse ou large. Les sinus frontaux sont très différents suivant les individus : quelquefois si réduits qu'ils logeraient à peine un gros pois, ils sont d'autres fois énormes, atteignent ou même dépassent les bosses frontales, vont jusqu'à l'apophyse orbitaire externe, dédoublent la paroi supérieure de l'orbite, ont une cavité hérissée de cloisons et creusée de logettes.

Il faut se conformer à cette règle de chirurgie générale qui commande de suivre les lésions jusqu'à ce qu'on en ait atteint les limites. Il faut détruire toutes les fongosités. Une simple trépanation frontale, d'étendue plus ou moins grande suivant les dimensions du sinus, suffit pour cela; pour assurer un libre écoulement vers la narine, on élargit ensuite avec la curette gynécologique le canal fronto-nasal et l'on détruit les cellules qui l'entourent. Dans ce dernier temps, il faut faire attention de maintenir la curette en bonne direction, car on a une tendance naturelle, sur le malade couché, à la diriger en arrière, ce qui expose à pénétrer dans la partie supérieure et postérieure du labyrinthe et à léser la lame criblée.

IV. — TUBE DIGESTIF.

§ 1. — Corps étrangers de l'œsophage.

Le diagnostic des corps étrangers de l'œsophage a largement bénéficié de la découverte des nouveaux moyens d'investigation que nous possédons aujourd'hui : l'emploi des rayons X et l'œsophagoscopie.

Le passage des olives œsophagiennes ne permet pas toujours de reconnaître l'existence du corps étranger; von Hacker, puis tout récemment Rosenbaum, ont bien mis en relief le peu de certitude de ce mode d'examen; la sonde glisse quelquefois à côté du corps étranger sans en déceler l'existence.

Au contraire, pour les objets osseux ou métalliques, et ce sont les corps étrangers le plus fréquemment observés, la radioscopie permet le plus souvent un diagnostic exact du siège et des dimensions du corps étranger. Il n'y a qu'une précaution à prendre: ne pas laisser un intervalle trop long entre l'examen aux rayons X et l'extraction, faute de quoi il peut arriver au chirurgien de chercher, comme Sébilleau, par l'œsophagotomie, un sou qui déjà circule dans l'abdomen.

L'œsophagoscopie est d'un emploi assez courant en Allemagne et en Suisse. L'appareil spécial qu'elle nécessite et aussi, disons-le, les manœuvres un peu pénibles auxquelles il faut soumettre les malades font qu'en France ce mode d'exploration ne s'est pas encore vulgarisé, bien qu'il soit cependant sûr et rapide.

Le diagnostic étant posé, *quel est le meilleur traitement?*

Pour les corps étrangers plats et sans aspérités, les sous en particulier, que les enfants avalent assez fréquemment, le panier de de Graefe était, jusqu'à ces derniers temps, l'instrument auquel on avait généralement recours. Quelques accidents observés à la suite de son emploi, en particulier un cas de déchirure de l'œsophage communiqué à la Société de Chirurgie par Sébilleau, un autre d'ar-

rachement du hile du poumon publié par Walther, d'autres accidents relatés par Garel, etc., ont un peu jeté le trouble dans les esprits.

Aussi, se fondant sur ce fait que les corps étrangers s'arrêtent presque toujours au niveau des premières vertèbres dorsales, quelquefois au niveau du chaton du cricoïde, tout à fait exceptionnellement dans l'œsophage thoracique, Bérard et Leriche conseillent l'œsophagotomie externe, qu'ils considèrent comme la méthode la plus sûre et la moins dangereuse pour les cas habituels. Cette opinion est peut-être un peu exagérée et l'extraction par les voies naturelles rejetée d'une manière trop absolue.

Broca et Jalaguier, qui ont une grande expérience en matière de Chirurgie infantile, continuent à se servir du panier de de Graefe. Pour eux, les accidents qu'on lui impute sont dus à ce qu'on l'a employé dans des cas où il n'était pas indiqué ou à ce que l'on n'a pas su s'en servir.

Dès qu'il y a une pointe, une aspérité, c'est un instrument dangereux qu'il faut absolument laisser de côté. Quant aux accidents résultant du passage du panier, ils sont faciles à éviter. Pour ne pas faire de déchirures à l'aller, il faut faire, sur la tige de baleine, poulie de renvoi avec l'index contre la paroi du pharynx, ce qui permet de pousser bien verticalement. Pour éviter d'accrocher au retour le cricoïde, il suffit de le refouler un peu en avant, soit en portant doucement à la rencontre du panier chargé une éponge montée sur tige de baleine, comme Félizet, soit en portant l'index gauche à la rencontre du sou dont le bord vient se loger entre la pulpe et l'ongle, comme Broca.

On peut encore, à l'exemple de Jalaguier, si l'on accroche, faire décrire un quart de tour au panier de de Graefe et au sou au moment où l'on arrive derrière le cricoïde; on le dégage ainsi facilement.

On possède, du reste, actuellement, pour extraire les pièces de monnaie de l'œsophage, un instrument bien moins volumineux que le panier de de Graefe, le crochet de Kirmisson, qui ne mesure que cinq millimètres dans le sens antéro-postérieur, qui est facile à introduire, même dans l'œsophage d'enfants de deux à trois ans, et dont la pratique a montré la valeur dans ces dernières années.

En Allemagne, où, comme nous l'avons dit à propos du diagnostic, la pratique de l'œsophagoscopie s'est généralisée, l'extraction a lieu généralement sous le contrôle direct de la vue. Avec l'œsophagoscope, on saisit, en le voyant, le corps étranger sans risque de pincer ni de déchirer la muqueuse, étant fixé sur la situation exacte du corps étranger, sur son orientation, ainsi que sur les altérations de la muqueuse avoisinante. Il suffit, en introduisant le tube œsophagoscopique, de s'arrêter à la première

résistance rencontrée; puis, une fois le corps étranger encadré dans l'extrémité du tube, de le saisir avec une pince appropriée et de l'extraire, soit à travers le tube, soit en même temps que le tube, si la lumière de celui-ci ne permet pas le passage du corps étranger. Aussi comprend-on les résultats brillants que cette méthode a donnés à divers chirurgiens, en particulier à von Hacker.

Actuellement, il semble que, pour les corps étrangers irréguliers, on se rallie en général à l'œsophagotomie externe, que, pour les corps de forme arrondie, on cherche à obtenir l'extraction par les voies naturelles, soit avec le panier de Graefe, soit avec le crochet de Kirmisson, étant bien entendu qu'on n'agira ainsi que dans des cas d'accident récent et que toujours on procédera avec douceur.

§ 2. — Tumeurs du gros intestin.

Plusieurs communications faites par nous ou par nos élèves à la Société de Chirurgie ont appelé l'attention sur le traitement des tumeurs du gros intestin, un peu trop délaissé dans notre pays.

Il reste établi que, dans les cas accompagnés d'occlusion, où l'état précaire des malades s'oppose à une intervention plus importante, l'*anus artificiel simple*, fait au besoin avec la seule anesthésie locale, reste la seule opération indiquée. Il pare au plus pressé, fait cesser les accidents d'occlusion et permet quelquefois de pratiquer secondairement une opération plus complète.

Quelques chirurgiens le regardent encore comme indiqué, en dehors de l'occlusion aiguë, dans les cancers inextirpables par infiltration à distance; nous lui préférons alors l'*entéro-anastomose*.

Les cas les plus intéressants sont ceux où la *résection immédiate de la tumeur* semble possible. On admet généralement, à Paris, que la résection doit être suivie d'une restauration immédiate du canal intestinal. Cette manière de faire, bonne pour les tumeurs de l'intestin grêle, ne nous semble pas devoir être toujours adoptée en présence des tumeurs du gros intestin. Pour celles-ci, la ligne de conduite à suivre varie suivant le siège et suivant la nature des accidents présentés par le malade.

Lorsqu'il n'y a pas d'accidents d'occlusion et que la tumeur siège au niveau des fosses iliaques, dans une région où le foyer opératoire est facile à limiter et à drainer, nous pensons qu'on peut opérer en un temps, enlevant la tumeur, fermant les deux bouts de l'intestin et établissant entre ces deux bouts une anastomose latérale.

Lorsque la tumeur siège dans un autre point des côlons ou lorsque, siégeant dans une fosse iliaque, elle s'accompagne de phénomènes de demi-occlu-

sion, nous croyons plus sage de suivre l'exemple donné par Mikulicz et Hochenege, et d'opérer en deux temps: La tumeur étant libérée de ses connexions, on l'amène au dehors du ventre, on ferme la plaie par une couronne de sutures fixant aux lèvres de celle-ci les deux bouts de l'intestin, puis on résèque la tumeur une fois le ventre fermé, liant le bout supérieur sur une canule destinée à amener au dehors du pansement le contenu intestinal. Dans un deuxième temps, nous excisons l'anastomose artificielle, fermons les deux bouts de l'intestin et établissons entre eux une anastomose latérale. Les résultats opératoires sont très supérieurs à ceux que donnait, en pareils cas, l'opération en un temps.

§ 3. — Appendicite.

1. *Pseudo-appendicites*. — La crainte, très justifiée, que médecins et malades ont actuellement de l'appendicite a amené, dans un certain nombre de cas, une véritable *appendicophobie*. Nous en trouvons un exemple typique dans le récit fait récemment par Picqué d'une véritable épidémie de pseudo-appendicites survenues dans une petite garnison. Deux officiers avaient été successivement atteints d'appendicite, et l'un était mort de péritonite généralisée, opérée tardivement. Très émus par ces deux cas, 9 officiers sur 25 vinrent, dans la semaine qui suivit, consulter confidentiellement le médecin-major du régiment; tous éprouvaient des douleurs spontanées dans la fosse iliaque droite; 7 n'avaient aucune douleur à la pression et furent rassurés immédiatement; 1 déclarait souffrir à la pression et fut quelques jours à se laisser tranquilliser; quant au chef de bataillon, il resta cinq jours au lit, et fut guéri instantanément par une application de pointes de feu.

Il est certain que des chirurgiens ont enlevé, en particulier chez des névropathes, des appendices sains. Il y a des femmes qui, toute leur vie, souffrent du ventre. Jadis, on leur enlevait les ovaires et on leur faisait parfois subir, sans succès du reste, toutes les opérations de la gynécologie. Aujourd'hui, on enlève leur appendice et elles ne vont pas mieux.

D'autres fois, il s'agit d'*erreurs de diagnostic*; des malades ont un rein mobile, de la lithiase rénale, une ptose abdominale; ils se plaignent de douleurs dans la fosse iliaque droite, et croient à de l'appendicite. On enlève leur appendice, et ils continuent à souffrir. La cause de la douleur était ailleurs. C'est ce que montre un récent travail de Frederick Treves, qui, étudiant les résultats éloignés d'opérations d'appendicite, dit avoir observé quarante-cinq cas de douleurs persistantes après des opérations d'appendicite à froid. Neuf fois il s'agissait de douleurs ovariennes, huit fois d'en-

térocologie, cinq fois d'hypocondrie, trois fois de calculs biliaires, deux fois de rein mobile, une fois de calcul rénal, etc. Il est donc nécessaire, en présence de signes d'appendicite sans crise nette, de soumettre le malade à un examen approfondi, sous peine de pratiquer une intervention inutile et d'aggraver même son état.

2. *Appendicites larvées.* — Il est, d'autre part, actuellement établi qu'en dehors des appendicites avec crises, il existe un assez grand nombre de cas d'*appendicites chroniques larvées*, qu'on méconnaissait autrefois et sur lesquelles, à la suite d'une intéressante communication de M. A. Guinard, une longue discussion s'est engagée à la Société de Chirurgie. Presque en même temps, la question était abordée à la Société médicale des Hôpitaux. Des nombreuses communications faites, nous pouvons tirer un certain nombre de conclusions :

1° Il y a des femmes qui, après une opération sur l'ovaire ou sur l'utérus, continuent à souffrir et qui ne guérissent qu'après une deuxième intervention, consistant dans l'ablation d'un appendice enflammé. Il faut donc, en pratique, dans toute laparotomie, aller à la recherche de l'appendice, et, pour peu qu'il soit suspect, l'enlever;

2° Un certain nombre de cas d'appendicites, surtout lorsque l'appendice plonge dans l'excavation pelvienne, sont pris pour des salpingo-ovarites, des tumeurs annexielles à pédicule tordu, etc.;

3° Certains accidents dysménorrhéiques, des douleurs attribuées à une rétrodéviation mobile cessent à la suite de l'ablation d'un appendice malade, comme Lejars en a publié des exemples;

4° Il existe une forme d'appendicite chronique encore mal connue de beaucoup de médecins, qui s'établit insidieusement, sans éclat, sans poussées aiguës, et qui est d'ordinaire, comme l'a montré Brun, la phase de début, de durée variable, de l'appendicite aiguë. Walther, récemment, en a bien étudié les symptômes.

Cette appendicite chronique est caractérisée par des troubles digestifs, par des troubles généraux : amaigrissement, perte des forces, paresse intellectuelle, teint terreux, souvent augmentation de volume du foie, avec légère teinte subictérique, état saburral de la langue résistant à tous les régimes, céphalalgie, souvent troubles cardio-vasculaires; chez les enfants, arrêt de croissance; en somme, troubles résultant d'une infection chronique. A tout cela se joint la douleur, variable d'intensité, de caractère et de siège.

Cette appendicite chronique est souvent confondue : chez l'enfant, avec l'entérite, l'entéro-colite, les affections hépatiques; chez les adolescents, avec l'anémie, la tuberculose au début; plus tard,

avec toutes les affections gastro-intestinales, les affections du foie, la cholémie, les affections rénales, annexielles, etc.

Il est important de bien connaître cette forme d'appendicite, le diagnostic suivi de l'intervention rendant à la santé de nombreux malades que l'on soumettait depuis des années, et sans aucun succès, à des traitements médicamenteux.

3. *Bactériologie de l'appendicite.* — Dans un important travail, basé sur l'analyse bactériologique de cent trente cas d'appendicite, Lang et Tavel établissent que l'appendice pathologique est stérile dans 10 % des cas. La flore microbienne est la même que celle de l'appendice normal au point de vue qualitatif. Plus l'appendice est pathologique (il s'agit ici de cas opérés à froid), moins est grand le nombre des espèces microbiennes qui s'y trouvent.

L'abcès extra-appendiculaire à froid est stérile 75 fois sur 100; il renferme peu d'espèces quand il est encore microbien.

L'abcès chaud contient une flore identique à celle de l'appendice et de l'intestin en général.

La stérilité de l'appendice pathologique et de l'abcès refroidi s'explique par ce fait que la phagocytose a stérilisé le contenu.

V. — GYNÉCOLOGIE.

§ 1. — Hystérectomie vaginale ou abdominale?

Nous avons déjà eu l'occasion d'aborder la question de la valeur respective de la voie abdominale et de la voie vaginale dans les opérations d'exérèse de l'appareil génital faites pour annexites, pour fibromes ou pour cancer de l'utérus. A une époque où, grâce aux plaidoyers vigoureux de Péan, de Bouilly, de Segond, de Richelot, pour ne parler que de ses défenseurs les plus importants, la voie vaginale semblait rallier la majorité des suffrages, nous n'avons pas hésité à défendre, avec Terrier, la voie abdominale, montrant que celle-ci était supérieure à celle-là grâce aux progrès de la technique, substitution de l'asepsie à l'antisepsie, limitation exacte du champ opératoire avec des compresses stérilisées, suppression des gros moignons et ligature isolée des vaisseaux, autoplastie péritonéale pelvienne.

Deux discussions récentes, l'une au Congrès français de Chirurgie l'an dernier, l'autre à la Société obstétricale et gynécologique de Paris cette année, établissent d'une manière définitive que nous étions dans le vrai. La presque unanimité des chirurgiens est revenue à la voie abdominale, et les plus chauds partisans de la voie vaginale, comme Richelot, l'ont abandonnée dans un grand

nombre de cas, ne lui trouvant plus que des indications restreintes. Le relevé de 290 opérations consécutives que nous avons faites dans les huit dernières années écoulées, relevé que nous avons publié dans les *Annales de Gynécologie*, conduit à cette conclusion que *l'hystérectomie vaginale ne trouve, pour ainsi dire, plus d'indications*, et que l'opération abdominale lui est supérieure, tant au point de vue immédiat qu'au point de vue éloigné, dans la presque totalité des cas.

§ 2. — Traitement des prolapsus génitaux.

Les opérations de suspension abdominale de l'utérus prolapsé sont aujourd'hui complètement abandonnées en tant qu'opérations curatives dans la chute de l'utérus; elles ne sont plus regardées que comme le complément d'opérations plastiques vaginales, complément utile lorsque, comme c'est souvent le cas, au prolapsus se trouve associée une rétrodéviation utérine.

L'important est de soutenir les parties par en bas, de leur donner un point d'appui solide, et, comme l'anatomie nous montre que *le principal soutien périnéal est la sangle des releveurs*, la thérapeutique rationnelle est de reconstituer aussi parfaitement que possible cette sangle.

C'est ce que font aujourd'hui les chirurgiens parisiens en général : Duval, Proust, Ricard, Delbet, nous-même, suturant les bords internes des releveurs abordés à travers un périnée dédoublé.

Delanglade à Marseille, Chaput à Paris, Groves à Londres ont eu l'idée, dans les cas où le prolapsus génital porte principalement sur la vessie, de chercher à soutenir celle-ci directement en dédoublant la cloison uréthro-vésico-vaginale et en suturant à ce niveau les releveurs. L'avenir dira si cette suture prévaginale des releveurs est supérieure à l'opération généralement pratiquée aujourd'hui.

§ 3. — Avortement.

A notre époque, où la question de la dépopulation en France préoccupe à juste titre nos législateurs pour l'avenir de notre pays, celle de l'avortement n'est pas sans présenter quelque intérêt. Or, de statistiques réunies par M. Doléris, il résulte qu'à la maternité de l'Hôpital Boucicaut, pour un chiffre sensiblement égal d'accouchements à terme, le nombre des accouchements prématurés a plus que doublé, et celui des avortements a plus que triplé, dans l'espace de sept années, de 1898 à 1904. Il en est de même pour les maternités de Tenon et de Saint-Antoine dont les statistiques sont publiées. Actuellement, *sur cinq femmes enceintes*, on peut dire qu'une, en moyenne, avorte; exactement, la proportion des avortements dans les services d'accouchements est de 18 %; mais ce chiffre est certaine-

ment inférieur à la réalité, car bon nombre de femmes, ayant des accidents à la suite de leur avortement, entrent non pas dans les maternités, mais dans les services de chirurgie de l'hôpital.

L'augmentation considérable du chiffre des avortements est due, comme il est facile de s'en assurer en interrogeant les malades, à la vulgarisation de l'avortement dit criminel.

Cette vulgarisation nous semble tenir principalement à ce que les dangers encourus sont aujourd'hui, grâce à l'antisepsie, bien moindres qu'autrefois. Elle tient aussi, comme le fait remarquer Doléris, à la propagande occulte qui se fait parmi la foule en faveur des procédés et des méthodes « sûres et efficaces de telle ou telle personne habile et réputée dans l'art de supprimer la grossesse », au commerce d'instruments « avec la manière de s'en servir », qui constitue le produit principal d'un certain nombre d'herboristes, à la clémence extrême des jurys et des tribunaux en matière d'avortement criminel et d'infanticide; elle est due, enfin, à la propagande du néo-malthusianisme qui tend à limiter ou à supprimer la conception. Pour le public simpliste, la distinction entre la suppression de la conception et la suppression d'une gestation qui commence n'est pas bien grande; il n'y a là que des nuances.

Bien des gens en arrivent à considérer la fonction reproductrice non plus comme une œuvre naturelle et nécessaire, mais comme une obligation importune, une charge fâcheuse, dont il est licite de s'exonérer.

L'accroissement rapide de l'avortement criminel, important pour un pays à faible natalité comme le nôtre, ne nous est, du reste, pas spécial. Dans un livre publié l'an dernier, Lewin (de Berlin) pense qu'en fait on peut établir qu'il se produit dans tous les pays. A son avis, la seule mesure palliative efficace consisterait dans l'édification par l'État de refuges assez nombreux pour accouchements, asiles dans lesquels l'anonymat serait absolument assuré.

Sarwey, professeur à Tubingen, dans un article publié cette année, ne cherche, au contraire, pas à limiter le nombre des avortements. Il admet le droit à l'avortement, non seulement dans les cas où la santé de la femme est mise en jeu par la grossesse, mais encore en présence de certaines indications sociales, parmi lesquelles il range l'excès des enfants associé à une pauvreté évidente; c'est là une opinion qui n'a, à notre connaissance, jamais été soutenue par un médecin français.

VI. — ACCIDENTS DU TRAVAIL.

L'application des lois sur les accidents du travail soulève journellement des difficultés d'ordre médi-

cal; aussi croyons-nous devoir donner dans cette revue un court résumé des discussions qui ont eu lieu cette année à Liège, au premier Congrès international médical des Accidents du travail, et qui ont été exposées par le Dr Le Meignen dans un article de la *Semaine médicale*.

Au début du Congrès, une première question s'est posée : Qu'est-ce qu'un *accident du travail*? qu'est-ce qu'une *maladie professionnelle*? Il semble qu'un accident du travail soit, comme l'a soutenu Kooperberg (d'Amsterdam), un fait anormal, généralement fâcheux, étranger au cours naturel du travail; une maladie professionnelle est, au contraire, une conséquence normale du travail.

Faut-il appliquer aux *hernies* la qualification d'accident du travail? La question a été très discutée. Quelle que soit l'opinion adoptée, comme beaucoup d'individus portent une hernie sans s'en douter, quelques médecins ont émis l'avis qu'on devrait procéder, au moment de l'embauchage, à l'examen systématique de l'ouvrier et même, comme, quelquefois, la hernie n'apparaît que par intermittences, à faire plusieurs examens. En tout cas, la hernie ne peut pas être toujours regardée comme une cause d'incapacité permanente, le hernieux opéré n'étant pas plus exposé que les autres ouvriers, comme l'a montré Randone, en apportant les statistiques du Service de Santé militaire italien, qui, depuis neuf ans, n'accusent que 4 % de récidives.

L'importance des *premiers soins à donner* aux victimes d'accidents a été soulignée dans de nombreux Rapports. Il est certain que l'avenir du blessé en dépend bien souvent; aussi comprend-on qu'en Allemagne des sociétés privées, des compagnies d'assurances n'aient pas hésité à fonder, au milieu des agglomérations industrielles ou même dans les grands établissements, des postes de secours. Une grosse difficulté s'oppose en France à la création d'institutions similaires : la liberté absolue laissée à l'ouvrier de choisir son médecin. Une société industrielle hésitera toujours à faire une installation médicale à laquelle l'ouvrier refusera peut-être de recourir, sur un simple mot d'ordre et contrairement à son intérêt bien compris.

Une autre période du traitement est encore intéressante : c'est celle du *traitement secondaire*, alors que la réparation chirurgicale est obtenue, mais qu'il n'y a pas encore restauration fonctionnelle complète. La mécano-thérapie, le massage, l'exercice constituent alors les points principaux du traitement. Les résultats seront d'autant meilleurs que le blessé voudra bien y aider. Peut-être, comme le suggère Le Meignen, y aurait-il lieu d'insister auprès des patrons pour qu'ils reprennent, avec un salaire diminué, les ouvriers en état de recom-

mencer leur tâche sans avoir recouvré l'intégrité de leurs fonctions. Ce serait là, pour le blessé, le meilleur moyen de récupérer peu à peu ses forces, et les compagnies d'assurances trouveraient un réel avantage à obtenir, par le complément du salaire, une reprise plus hâtive du travail, qui, dans bien des cas, éviterait une incapacité permanente.

A ce même Congrès de Liège, on a abordé le problème des *rapports des traumatismes avec les diverses manifestations tuberculeuses*. Le traumatisme peut déterminer la fixation d'une embolie bacillaire partie d'un foyer éloigné; il peut réveiller une tuberculose locale en voie de guérison; d'autre part, une tuberculose latente peut, comme le pense Lannelongue, être elle-même la cause du traumatisme, par la maladresse inconsciente qu'elle détermine dans la jointure malade.

Autant de points qui font que le premier examen médical doit être très complet, la responsabilité patronale devant varier suivant les cas. D'après Stobbaerts (de Bruxelles), si le traumatisme n'a joué qu'un rôle aggravateur, son effet est trop incertain pour pouvoir être évalué, tandis que, s'il a été révélateur, on doit lui attribuer une grande importance, car sans lui la lésion tuberculeuse serait peut-être restée latente pendant un temps très long.

Les *névroses traumatiques* et l'*hystéro-traumatisme* viennent encore compliquer le rôle du médecin qui s'occupe d'accidents du travail, d'autant plus qu'il y a toujours lieu de tenir compte de la *simulation*. On a pu voir des malades se plaindre d'une scoliose droite, alors qu'une photographie faite par un expert antérieur montrait une scoliose gauche. L'appareil visuel est, en particulier, un terrain de prédilection pour le simulateur qui se plaint d'une amblyopie ou d'une amaurose unilatérale.

L'expert devra, comme l'indique Sand, s'appuyer principalement sur des signes ne se prêtant pas à la simulation, sur les troubles vaso-moteurs, l'exagération ou l'abolition des réflexes, la glycosurie alimentaire, le rétrécissement graduel du champ visuel, la tachycardie, etc. Il y a, du reste, en général, un symptôme qui détonne et qui met en éveil.

Enfin, le médecin est souvent appelé non seulement à déterminer exactement l'état du blessé, mais encore à apprécier la *diminution de valeur professionnelle* qui en résulte.

Dans tous les cas, il doit, suivant la remarque de Mossel (de Groningue), toujours se rappeler que la bienveillance et l'humanité n'ont rien à voir dans les questions médico-légales; l'expert n'a à favoriser ni le patron, ni l'ouvrier; il doit se montrer strictement impartial.

Dr Henri Hartmann.

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, Chirurgien des hôpitaux.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Lindelöf (Ernst), *Professeur à l'Université de Helsingfors*. — **Le Calcul des Résidus et ses applications à la Théorie des fonctions**. — 1 vol. gr. in-8° de 144 pages. (Prix : 3 fr. 50.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

Ce livre fait partie de la collection de monographies relatives à la Théorie des fonctions, collection dirigée par M. Borel; son but est d'étudier systématiquement le rôle du *Calcul des Résidus* de Cauchy dans la théorie proprement dite des fonctions. Le savant professeur de Helsingfors, auteur de tant de travaux remarquables sur la matière, était particulièrement qualifié pour écrire cet ouvrage.

M. Lindelöf commence par établir, dans une forme renouvelée, les *principes fondamentaux de la théorie*: existence de la fonction primitive d'une fonction analytique, intégrale de Cauchy, formules de Taylor et de Laurent, distinction des pôles et des points essentiels, définition du résidu et théorème fondamental, principe du prolongement analytique. Une bibliographie très précise rectifie, à l'égard des travaux de Cauchy, beaucoup d'inexactitudes courantes.

L'ouvrage traite ensuite des *premières applications du calcul des résidus*: calcul d'une fonction symétrique des racines d'une fonction uniforme, détermination des fonctions implicites, résidu intégral sur tout le plan d'une fonction uniforme méromorphe, application aux nombres de Bernoulli et d'Euler, et enfin calcul des intégrales définies par les méthodes bien connues de Cauchy: l'auteur estime que ce chapitre, forcément incomplet, ne donne qu'une idée imparfaite de la puissance de ces méthodes.

Puis vient l'étude de *diverses formules sommatoires*, obtenues le plus souvent par des procédés variés, et auxquelles le calcul des résidus donne une origine unique. Le point de départ est l'expression, par une intégrale définie, de la somme des valeurs d'une fonction $f(z)$ pour une suite de valeurs entières de z , en partant de ce fait que, pour tout entier ν , $f(\nu)$ est le résidu relatif au pôle simple ν de $\pi \cot \pi z f(z)$. Les formules sommatoires obtenues sont utiles pour le prolongement analytique et l'étude asymptotique des fonctions, en développant les intégrales qu'elles renferment en séries, à la vérité le plus souvent divergentes, mais dont la décroissance des premiers termes est très rapide. Une bibliographie importante accompagne ce chapitre.

Application de la théorie est faite à la fonction $\Gamma(x)$ et aux fonctions de Riemann $\zeta(s)$ et $\zeta(s, w)$. L'auteur donne d'abord diverses expressions de $\log \Gamma(x)$ et de ses dérivées sous forme d'intégrales définies, puis il étudie le développement de $\log \Gamma(x)$ pour de grandes valeurs de x (série de Stirling), et il fait connaître des propriétés nouvelles de ce développement; puis il aborde l'étude des fonctions $\zeta(s)$ et $\zeta(s, w)$, dont il retrouve la plupart des propriétés par une méthode uniforme.

Il considère ensuite les *prolongements analytiques et l'étude asymptotique des fonctions F définies par un développement de Taylor*. Après avoir établi par une voie nouvelle deux théorèmes fondamentaux, l'un sur l'holomorphie des séries F , l'autre sur une nouvelle forme de la fonction appropriée à son étude pour x infini, l'auteur donne une proposition importante qui apparaît comme l'exemple peut-être le plus simple de prolongement analytique d'une fonction entière. Le chapitre se termine par une nouvelle méthode de

prolongement, déduite d'une formule sommatoire du chapitre précédent.

Tel est le résumé de ce livre intéressant et riche d'aperçus originaux, qui donne l'unité à de nombreuses recherches demeurées jusqu'ici un peu éparses, et qui ouvre aux chercheurs des voies nouvelles et fécondes.

M. LELIEUVE,
Professeur au Lycée
et à l'École des Sciences de Rouen.

Anuario del Observatorio astronomico de Santiago de Chile, publié par **A. Obrecht**, *Directeur de l'Observatoire*. Tome III. — 1 vol. in-8° de 248 pages avec planches. Imprimerie Cervantès, Santiago de Chile.

Dans la *Revue* du 30 juin 1901, nous avons signalé l'apparition des deux premiers volumes de cet Annuaire; le tome III, qui vient de nous parvenir, renferme des Mémoires importants: de M. A. Krahnass, sur les variations de la gravité déduites de la marche des trois horloges astronomiques de l'Observatoire de Santiago du Chili; de M. A. Obrecht, sur la libration de la Lune, d'après la discussion de 121 observations complètes de la position d'un cratère; de M. E. Greve, sur la détermination des coordonnées géographiques de la ville de San Fernando; et de M. A. Obrecht, sur les coordonnées géographiques de quelques points de la limite entre les départements de Pisagua et d'Arica. Ces dernières observations ont servi à l'établissement de la nouvelle limite entre la République Argentine et le Chili.

Maillet (Edmond), *Ingénieur des Ponts et Chaussées. Attaché au Service hydrométrique du Bassin de la Seine, Répétiteur à l'École Polytechnique*. — **Essai d'Hydraulique souterraine et fluviale**. — 1 volume in-8° de 266 pages avec tableaux et graphiques. (Prix: 11 fr.) A. Hermann, éditeur. Paris, 1905.

Essayer d'éclaircir les lois mathématiques de la circulation souterraine des eaux est un problème très délicat et difficile, que MM. Boussinesq et Maillet s'efforcent de résoudre.

Le livre que vient de publier M. Maillet est la réunion d'une série de Mémoires qu'il a fait paraître pour la plupart dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, mais en les complétant et revisant. Le but poursuivi par cet ingénieur distingué est l'étude des variations du débit des sources et des bas débits de rivières, de façon à prévoir ce débit conformément au programme dressé par le Service hydrométrique.

Ce livre est divisé en deux parties. La première est exclusivement mathématique et s'occupe de la circulation souterraine en s'appuyant sur des résultats de M. Boussinesq et en tenant compte de la forme du fond sur lequel repose la nappe. Si nous comprenons très bien l'influence de ce fond pour le cas où les sources sont en affleurement, nous faisons toutes réserves sur les conclusions que tire M. Maillet relativement aux sources de la Vanne. Cet ingénieur conclut de ses formules que, toutes les fois que les crues se font rapidement sentir, le fond de la nappe est convexe vers le ciel. C'est vrai pour les sources reposant sur un sol imperméable; mais à la Vanne il n'en est pas de même, la rapidité de la crue dépendant de la largeur des fissures qui drainent les eaux superficielles jusqu'aux sources. Cela tient sans doute à ce que $q = f(V)$ n'est pas toujours applicable au moment des crues, q étant le débit de la source et V le volume de la réserve d'eau souterraine qui l'alimente. Cette réserve

faite, les résultats qu'il tire de ses formules sont très intéressants, et le dernier chapitre, consacré à la prévision et à la production des bas débits, est applicable à la majorité des sources à l'état normal.

La deuxième partie est l'application des formules mathématiques. M. Maillat montre comment, en admettant la loi de Dausse sur le non-profit des eaux des pluies de la saison d'été pour les nappes souterraines, on peut prévoir les bas débits pour les sources qu'il a envisagées dans les vallées de la Vanne, de la Dhuy et de la Seine. M. Maillat ne se dissimule pas qu'il y a encore bien des problèmes à résoudre, mais son livre indique aux géologues et aux hydrauliciens des méthodes déjà suffisantes pour connaître les débits minima approximatifs d'une source. Il sera donc lui avec profit par ces derniers. Nous ne pouvons que féliciter M. Maillat d'avoir publié ce livre au moment où le tarissement des sources est une question à l'ordre du jour. Nous formons des vœux pour qu'il continue ses travaux, et les difficultés qu'il a déjà surmontées nous permettent d'avoir confiance dans les intéressants résultats de l'avenir.

F. DIÉBERT,

Chef du Service de surveillance
des sources de la Ville de Paris.

2° Sciences physiques

Travers (Morris M.), *Professeur à University College, Bristol, Membre de la Société Royale de Londres.* — **Experimentelle Untersuchung von Gasen** (avec une Préface de SIR W. RAMSAY). Traduction allemande de TADEUSZ ESTREICHER. — 1 vol. gr. in-8° de 372 pages avec 144 figures. (Prix : 9 M.) Friedrich Vieweg und Sohn, éditeurs. Leipzig, 1905.

Peu de physiciens de notre époque étaient mieux préparés que M. Morris Travers à écrire le livre dont M. Estreicher vient de donner une traduction allemande, revue et augmentée par l'auteur. Collaborateur de Sir W. Ramsay à l'époque où ce savant étonnait physiciens et chimistes par la découverte et l'étude de la série des gaz inertes, auteur d'une machine à liquéfier l'hydrogène qui rendit plus d'un service dans cette célèbre recherche, M. Travers est certainement l'un de ceux qui ont le plus travaillé la question de la préparation, de la manipulation et de l'étude des gaz, et qui, dans ce domaine où une grande habileté expérimentale est constamment mise à contribution, ont obtenu les succès les plus mérités.

Ainsi que l'indique son titre, l'ouvrage de M. Travers est surtout pratique. Non que la théorie en soit complètement absente, et que les résultats directs de l'expérience y soient seuls décrits. Ce serait, dans un domaine où les spéculations théoriques se sont montrées dans ces dernières années très fructueuses, pousser un peu loin le système consistant à subordonner entièrement un programme à un titre. On trouve, par exemple, l'équation de van der Waals avec l'exposé de ses conséquences immédiates, et les diagrammes expérimentaux leur sont comparés; mais le but que s'est proposé l'auteur n'était pas de pousser très loin les développements, et nous aurions mauvaise grâce de lui reprocher, après avoir clairement délimité son plan dans le titre choisi, de s'y être rigoureusement tenu.

Les premiers chapitres de l'ouvrage sont consacrés aux instruments servant à capter les gaz, à les conserver ou à les transporter d'un réservoir dans un autre : pompes à mercure, robinets, tubes, bains de mercure, etc.

Puis vient une description sommaire des procédés de préparation et de purification des gaz usuels, gaz de l'atmosphère à l'exception des gaz nouveaux qui formeront un chapitre à part, hydrogène, ammoniac, chlore, ainsi que les premiers hydrocarbures. Ce chapitre sera complété plus tard par une description des procédés élémentaires d'analyse des gaz. Entre deux, quelques chapitres traitent des instruments de

mesure et de leur étude, mesure du volume et calibrage des tubes.

Ainsi renseignés sur les procédés d'étude, nous sommes préparés à connaître les résultats dans lesquels l'auteur nous introduit par un chapitre très court sur la composition générale de l'atmosphère, avec l'indication des traces très faibles d'hydrogène et d'hydrocarbures qu'y a décelées M. Armand Gautier par une analyse très délicate, et un exposé beaucoup plus étendu des travaux qui ont amené à la découverte des cinq gaz inertes, partant du terme moyen, l'argon, pour s'étendre vers les extrêmes, l'hélium et le xénon, intéressants autant par leurs propriétés que par leur rareté, et plus encore peut-être, dirions-nous, par leur genèse, si ce n'était pas sortir du sujet actuel.

La détermination de la densité des gaz passe, à tort ou à raison, pour l'un des chapitres les moins intéressants de la Physique. Mais sa brillante réhabilitation par lord Rayleigh, qui découvrit l'argon par la discordance des quatrième décimales de la densité de l'azote provenant de sources différentes, lui a donné un regain d'attrait. Il méritait d'être traité, par un compatriote de l'illustre physicien, avec un soin particulier, ce à quoi M. Travers n'a pas manqué.

Un exposé des relations entre le volume, la température et la pression, termine ce qui concerne les gaz proprement dits. Ces relations sont distinguées par l'auteur en deux sortes, suivant qu'elles se rapportent à un intervalle de pressions resserré ou étendu. C'est dans la deuxième partie que nous trouvons les résultats classiques de M. Amagat, avec leur élaboration dans le sens de l'équation de van der Waals.

Les chapitres les plus actuels sont ceux qui traitent de la liquéfaction des gaz, que l'auteur a beaucoup pratiquée lui-même, et où il fait autorité. Mais il ne s'en tient pas aux procédés de liquéfaction. Il montre combien la détente des gaz permet de poursuivre des buts variés, tels que la séparation de l'oxygène et de l'azote, ou l'extraction des gaz inactifs, et particulièrement de l'hélium. Nous pouvons regretter que l'auteur n'ait pas connu les procédés de M. Claude, qui, en permettant de partir de pressions peu élevées, ont aidé à réaliser des appareils robustes relativement aux efforts qu'ils ont à supporter, et d'un fonctionnement irréprochable. On sait, d'ailleurs, que l'air liquiden'est plus un simple produit de laboratoire, mais qu'il a commencé à prendre une véritable valeur industrielle. Surtout la séparation de ses gaz principaux par la distillation fractionnée constitue aujourd'hui le procédé le plus économique de préparation de l'oxygène ou de l'azote, que l'industrie consomme en quantités importantes. C'est là une des plus curieuses parmi les conquêtes industrielles de la science.

Les chapitres qui suivent s'éloignent de plus en plus des gaz, considérés dans la signification restreinte de ce mot. Les pressions de vapeur, les données critiques, les chaleurs de vaporisation y sont successivement traitées, avec la dissolution dans les liquides, la diffusion ordinaire ou à travers les membranes, enfin les propriétés optiques, indices de réfraction et spectres.

Tel est, rapidement esquissé, le contenu de la très intéressante édition allemande de l'ouvrage de M. Travers. Ce contenu, on le voit, est très riche, et il est peu de choses concernant les gaz que l'on n'y trouve pas. Peut être, cependant, eût-il convenu de donner un exposé systématique, qui y fait défaut, des résultats concernant le thermomètre à gaz et l'échelle absolue des températures; et, puisque l'auteur parle de la dissolution des gaz dans les liquides, de traiter la question inverse de la dissolution des liquides dans les gaz, puis d'étendre ces notions dans les deux sens aux solides. Mais il fallait bien tracer quelque part la limite, et nous reconnaissons volontiers que le titre de l'ouvrage nous permettait à peine de compter y trouver tout ce qu'il contient déjà.

CH.-ED. GUILLAUME.

Directeur-adjoint

du Bureau international des Poids et Mesures.

Sabatier (Paul), *Correspondant de l'Institut, Professeur à l'Université de Toulouse, et Senderens* (J.-B.), *Docteur ès sciences.* — **Nouvelles Méthodes générales d'Hydrogénation et de dédoublement moléculaire basées sur l'emploi des métaux divisés.** — 1 broch. in-8° de 169 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

Nous ne signalons ici ce beau travail que pour le répertoire, l'un des auteurs, M. Sabatier, ayant exposé dans la *Revue* du 15 octobre 1905 (tome XVI, p. 842 et suiv.) l'ensemble des faits qu'il contient.

Razous (P.), *Membre de l'Institut des Actuaire, ancien Inspecteur du travail.* — **Les Déchets industriels. Récupération, utilisation.** — 1 vol. in-8° de 380 pages avec 101 figures. (Prix : 12 fr. 50.) V^e Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1905.

M. P. Razous comprend sa matière dans le sens le plus large : les chaleurs perdues par rayonnement ou emportées par des gaz d'échappement, aussi bien que les matières solides, liquides ou gazeuses rejetées dans une opération quelconque, sont considérées comme déchets industriels. Tout cela est étudié au point de vue de l'utilisation ultérieure; le sujet ne manque pas d'importance, car l'on sait que certains de ces déchets peuvent eux-mêmes donner naissance à des industries importantes, comme, par exemple, les masses d'épuration du gaz de houille.

L'ouvrage est divisé en deux livres, dont le premier ne contient qu'un chapitre, tandis que le deuxième en renferme vingt-quatre. Il y est question des industries les plus variées, et, si l'on n'apercevait pas immédiatement la difficulté que l'on doit éprouver à classer des matières aussi nombreuses que dissemblables, on serait peut-être tenté de reprocher quelquefois à M. Razous d'avoir séparé ce qui aurait pu être uni, tandis que, d'autre part, on trouve (dans le chapitre XXIII du deuxième livre notamment) des voisinages inattendus, tels que l'utilisation des déchets d'ardoises près de celle des graisses de colles; alors qu'un chapitre tout entier s'occupe de « l'utilisation des résidus des huileries » (p. 249 à 260), nous retrouvons encore à la page 361 « l'utilisation des résidus de l'extraction des huiles végétales ». Ce chapitre XXIII produit un peu l'impression d'un groupe de voyageurs arrivant au moment du départ et se précipitant pêle-mêle dans le dernier wagon pour ne pas manquer le train. Dans un plan aussi complexe, il est bien difficile d'éviter toute redite et toute inadverance.

Le livre de M. Razous fournit une grande quantité d'indications précieuses. Il donne, dans certains cas, un aperçu d'ensemble relativement complet sur une fabrication, pour mettre en évidence l'origine des déchets qu'elle produit; d'autres fois, il se contente d'indications plus sommaires. Les utilisations elles-mêmes tantôt aussi font l'objet de descriptions détaillées, tantôt sont simplement indiquées.

Il est impossible d'énumérer ici tous les sujets traités; la table des matières ne tient pas moins de treize pages, qu'il faudrait citer tout entières. Nous mentionnerons cependant, parmi les chapitres les plus intéressants, ceux qui sont relatifs à l'emploi des gaz de hauts-fourneaux et de fours à coke, et à l'utilisation des chaleurs perdues par les gaz de foyers. D'assez nombreuses figures illustrent le texte et facilitent la lecture des descriptions. La somme de matériaux accumulés est considérable, et, cependant, un petit livre comme celui-ci ne peut avoir la prétention de parler de tout ce qui existe. L'industrie, d'ailleurs, comme la science, se transforme d'une manière continue.

Le dernier chapitre de l'ouvrage cherche à établir en quelques lignes « les principes généraux relatifs à l'utilisation d'un résidu quelconque ». L'auteur le termine par un paragraphe que beaucoup d'industriels français devraient méditer avec soin, et qui, du reste, s'adresse spécialement à eux. Ils y trouveront d'abord

l'énoncé d'une vérité souvent méconnue : c'est que « l'utilisation rationnelle des résidus de l'industrie est du domaine de la Chimie »; puis, ensuite, le conseil de moins se délier de ceux qui sont capables de raisonner ce qui se passe dans leurs opérations. M. Razous écrit, en conséquence : « Il faut que les laboratoires de nos Facultés deviennent les succursales des usines. » Tout en étant partisan convaincu de la collaboration des professeurs avec les industriels, nous ne suivons cependant pas l'auteur aussi loin. Les laboratoires des Facultés ont une autre mission; de plus, ils seraient bientôt débordés si cet usage se généralisait. A côté de la collaboration occasionnelle des professeurs, nous conseillerions aux établissements sérieux d'avoir eux-mêmes un personnel réellement compétent, qui pourra se spécialiser et qui devra toutes ses forces et son temps à l'usine dont il fait partie. On ne répétera jamais trop que c'est là un des secrets de l'avancement continu des industries de nos voisins de l'Est, où chacun creuse son sillon avec persévérance dans le terrain qu'il connaît, et après avoir acquis les outils indispensables à son travail.

G. ARTH,
Directeur de l'Institut chimique de Nancy.

3° Sciences naturelles

Azara (Félix de). — **Geografía física y esférica de las provincias del Paraguay, y misiones Guaranies.** *Bibliographie, préface et notes de M. Rodolfo R. Schuller.* — 1 vol. in-8° de cxxii-470 pages, des Anales del Museo Nacional de Montevideo. Montevideo, 1905.

Ce gros ouvrage est la publication d'un manuscrit en partie inédit, conservé à la Bibliothèque de Montevideo, dans lequel Don Félix de Azara, capitaine de vaisseau de la marine royale espagnole, a consigné (en 1790) les résultats de toute une série de voyages dans la région du Parana-Paraguay, accomplis par lui lors de la délimitation des possessions de l'Espagne et du Portugal.

L'introduction volumineuse, rédigée par R. Schuller, expose d'abord dans quelles circonstances Don Félix de Azara, envoyé en 1781 comme membre de la Commission hispano-portugaise de délimitation du Brésil, conçut le projet de faire servir son séjour prolongé dans le Paraguay à dresser une carte exacte de ce pays, et à observer sa faune, ainsi que les tribus qui l'habitent. Cette préface, qui est à elle seule une étude détaillée du pays, contient la bibliographie des ouvrages (p. LII à LX) et des cartes anciennes du Paraguay, et un commentaire ethnographique sur le manuscrit de Félix de Azara. Les reproductions photographiques des cartes principales sont malheureusement défectueuses, et les itinéraires du voyageur ne s'y retrouvent pas facilement.

L'ouvrage même de Félix de Azara comprend en premier lieu le journal de ses onze itinéraires autour du fleuve Paraguay. Il m'est impossible de l'analyser ici, et je me contenterai d'en indiquer le plan général, qui consiste à décrire le site et à exposer l'histoire de chacun des « pueblos » d'Indiens et de métis, de chacune des paroisses et sous-paroisses visitées par l'auteur.

La seconde partie du manuscrit mérite plus d'attention au point de vue général. C'est une description d'ensemble de la région du fleuve Paraguay, principalement en amont de Corrientes. L'auteur y étudie successivement la répartition des sols d'argile, de sable et de latérite, le mode d'écoulement des eaux, la végétation des forêts (« boques »), des brousses et des savanes, la faune domestique considérée au point de vue de l'acclimatation et des divers modes d'élevage, enfin les tribus d'Indiens à propos desquelles il fait ressortir les différences qui existent entre les Guarani et les peuplades du Chaco. Le livre se termine par des tables de coordonnées géographiques.

J. MACHAT,
Agrégé d'Histoire et de Géographie,
Professeur au Lycée de Bourges.

Martignat (M.). — *Le Liège, ses produits et ses sous-produits.* — 1 vol. in-16 de l'Encyclopédie scientifique des aide-mémoire. Gauthier-Villars et Masson, éditeurs. Paris, 1903.

L'auteur de ce petit traité a laissé de côté tout ce qui concerne l'origine anatomique et les caractères histologiques du liège. Il s'est simplement proposé pour but de faire connaître les procédés d'exploitation et les principales applications du liège. Il est cependant certain que l'anatomie, même réduite à des notions très élémentaires, pouvait trouver sa place dans cet ouvrage : les opérations du démasclage et du levage seraient plus facilement compréhensibles si les paragraphes qui leur sont consacrés étaient accompagnés d'une bonne figure représentant la section transversale d'un tronc de Chêne-liège.

Ce petit traité du *Liège*, illustré de 20 figures de machines, sera consulté avec fruit, non seulement par ceux qu'intéresse spécialement cette industrie, mais encore par les personnes qui ont simplement le souci de s'instruire et qui désirent se faire une idée de la variété des applications du liège. HENRI LECOMTE,
Directeur du Laboratoire colonial
au Muséum.

Bordage (Edm.), *Directeur du Muséum d'Histoire naturelle de la Réunion.* — *Recherches anatomiques et biologiques sur l'autotomie et la régénération chez divers Arthropodes (Thèse de doctorat ès sciences naturelles).* — 1 vol. in-8° de 149 pages avec 21 figures et une planche. *Extrait du Bulletin scientifique de la France et de la Belgique.* Paris, 1905.

Les phénomènes les plus vulgaires ne sont pas toujours ceux dont on connaît le mieux le mécanisme intérieur et l'interprétation scientifique; à cause de leur fréquence, ils prennent un aspect familier qui en dissimule bien souvent les côtés obscurs et qui porte à les écarter du domaine des recherches. Ils font songer à ces personnes que l'on coudoie chaque jour dans la rue et que l'on reconnaît partout, mais dont on ignore pourtant, d'une manière complète, les habitudes, le caractère et l'origine. Au point de vue de la science, certains phénomènes vulgaires ressemblent quelque peu à ces méconnus familiers : il faut un esprit subtil pour en saisir l'intérêt, un vrai talent d'observateur pour en suivre les différentes phases et un sens philosophique spécial pour en faire connaître la genèse et la portée.

Ces réflexions viennent forcément à l'esprit quand on parcourt le suggestif et fort intéressant travail que M. Edmond Bordage vient de consacrer à l'autotomie et à la régénération des membres chez divers Arthropodes. Qui n'a vu un Crabe s'amputer de ses pattes et un Criquet se séparer progressivement du volumineux appendice postérieur qui le fait progresser par saut? Le phénomène est banal, encore que tout rempli de mystère : pourtant, il n'y a guère plus de vingt années que certains zoologistes (entre autres M. Fredericq) en ont entrepris l'étude, et jamais on ne l'a soumis à des recherches comparatives étendues et approfondies. M. Bordage a eu le double mérite de combler cette lacune et, si je puis m'exprimer ainsi, de galvaniser cette question; sans doute, ses observations essentielles se limitent aux Insectes Orthoptères, et principalement aux Orthoptères marcheurs (Phasmides, Mantides, Blattides), mais elles embrassent le problème tout entier en ce qui concerne ces Insectes, et, par une adroite mise en œuvre des travaux relatifs à d'autres Arthropodes, voire par des recherches accessoires relatives à quelques-uns de ces derniers (Crabes, Paguriens), elles ont conduit à un travail d'ensemble, où la question de l'autotomie est envisagée sous toutes ses faces, du moins chez les Arthropodes.

M. Bordage est Directeur du Muséum d'Histoire naturelle de la Réunion, ce qui lui a permis d'étudier à loisir et sans compter certains Insectes merveil-

lement propres aux recherches d'autotomie, entre autres deux superbes Phasmides, la *Monandroptera inuncans* Serv. et le *Raphidera scabrosus* Serv. Il put, là aussi, se procurer en abondance diverses Mantides et des Paguriens terrestres du genre *Cenobita* (*C. rugosa* Edw.). Commencées en 1897, ses recherches sur l'autotomie ont été réunies dans le travail auquel est consacrée cette analyse et dont je vais indiquer les principaux résultats.

L'autotomie est l'acte par lequel un animal s'ampute d'une certaine partie de son corps; chez les Arthropodes, elle peut généralement frapper tous les appendices locomoteurs, encore qu'elle se limite, chez les Acridiens, aux pattes postérieures adaptées au saut, et qu'elle épargne, chez les Mantides, les pattes antérieures transformées en pattes ravisseuses. Cette mutilation est provoquée par des excitations de diverse nature, souvent même par la piqure des Fourmis ou les morsures des Sauriens; avec M. Fredericq, et contrairement à Huxley, M. Bordage la considère comme un acte involontaire et purement réflexe. Pourvu que l'Arthropode qui la subit soit encore capable de muer, elle est suivie d'une régénération qui donne un membre de remplacement semblable de tous points au membre amputé, mais de dimensions un peu plus réduites. Cette régénération se produit partout, sauf chez les Acridiens, sans doute parce que ces animaux sont tous issus d'ascendants intacts, où n'a pu se développer l'adaptation régénératrice; d'après M. Bordage, en effet, les Acridiens autotomisés sont incapables de traverser la mue sans périr ou deviennent des adultes chétifs et incapables de s'accoupler.

Chez les Phasmides, l'autotomie se produit suivant une ligne circulaire de moindre résistance, suivant laquelle le trochanter ou deuxième article de la patte est soudé au fémur ou troisième article. La rupture est due à un acte réflexe provoqué par une excitation du nerf sensible de la patte et, qui a son centre dans la chaîne ganglionnaire ventrale, en dehors de toute influence des ganglions cérébroïdes; elle est évidemment due à une contraction violente des muscles basilaires des membres, notamment des muscles extenseurs situés dans la hanche, mais le mécanisme en est encore quelque peu obscur. La cassure, très nette, n'est pas suivie d'une hémorragie abondante, parce qu'il existe en ce point une membrane hémostatique double dont le feuillet externe reste sur la partie caduque, tandis que le feuillet interne demeure sur la plaie et la ferme concurremment avec le sang coagulé. Cette membrane avait été signalée par Frenzel chez les Crustacés Décapodes (1885) et par Goldmann (1901) chez les Phasmides; elle n'existe pas chez les Mantides et chez les Blattides, où les muscles fléchisseurs du tarse sont traversés par la rupture, leur bout proximal formant un bouchon hémostatique avec le caillot sanguin. Chez ces Insectes, d'ailleurs, comme chez les Phasmides et les Décapodes, l'autotomie se produit suivant la suture fémoro-trochantérienne.

La régénération du membre s'effectue à l'intérieur même du moignon, tantôt cachée par la membrane hémostatique, comme cela s'observe chez les Orthoptères, tantôt visible à l'extérieur, comme c'est le cas chez les Crustacés. Dans ce dernier groupe, la membrane se dilate et suit le développement du membre (Crabes et Paguriens), ou bien se rompt de suite pour livrer passage au bourgeon croissant (Manoures). En tout cas, la régénération se produit aux dépens de l'hypoderme, qui prolifère à partir des bords de la blessure, et tapisse complètement la membrane ou le tampon hémostatique. Cet hypoderme sécrète une couche chitineuse qui continue la couche chitineuse la plus récente du moignon, celle qui sera mise à découvert lors de la mue prochaine. En même temps, des amibocytes ont pénétré dans le moignon du membre, les uns jouant le rôle de macrophages dans l'histolysé des muscles du moignon, les autres semblant doués d'un

rôle actif dans l'histogénèse des muscles du membre de remplacement. Chez les Insectes, celui-ci se détache bientôt de la membrane hémostatique et reste caché dans la base appendiculaire, sous la forme d'un bourgeon replié, plissé ou enroulé; chez les Crustacés, il apparaît très vite au dehors, recouvert ou non par la membrane hémostatique. Dans l'un et l'autre groupe, le membre nouveau ne peut devenir libre et actif qu'à la suite d'une mue prochaine; d'où il résulte que la régénération n'est possible que chez les Insectes à l'état larvaire, tandis qu'elle peut se produire, chez les Crustacés adultes, jusqu'à la croissance définitive.

De tous les phénomènes qui caractérisent la régénération des appendices, le plus curieux est, sans contredit, la présence à peu près constante, dans les membres régénérés, d'un tarse à quatre articles chez les Orthoptères pentamères (Phasmides, Blattides, Mantides) et la persistance de cette disposition à la suite des autotomies ultérieures. Depuis Réaumur, on savait que certains Orthoptères du groupe des pentamères peuvent présenter des tarses tétramères, mais on ignorait la cause de cette disposition, qui tantôt fut prise pour une anomalie, tantôt pour une structure de nature générique ou spécifique. C'est à Bateson et Brindley (1894) que revient le mérite d'avoir établi que cette particularité appartient en propre aux tarses régénérés; mais M. Bordage a généralisé et étendu à tous les Orthoptères pentamères cette intéressante observation, qui fut interprétée par M. Weismaun et par M. Giard comme le retour à un type morphologique ancestral (*régénération hypotypique* de M. Giard). M. Bordage adopte pleinement cette interprétation, et, par quelques expériences lumineuses, réduit à néant l'hypothèse des auteurs qui prétendent que la régénération donne un tarse tétramère, parce qu'à la suite de l'autotomie l'animal serait incapable de reproduire le tarse pentamère du membre primitif.

Aussi originales et non moins suggestives sont les observations et les expériences de M. Bordage sur la régénération des membres après résection expérimentale non suivie d'autotomie. Cette régénération ne se produit qu'à la suite de résections en des points localisés: chez les Phasmides, depuis le tiers inférieur du tibia jusqu'au troisième article tarsien, chez les Mantides depuis ce dernier article jusqu'au tiers inférieur du fémur, et chez les Blattides depuis cette dernière région jusqu'au bout du tarse. Dans le groupe des Orthoptères sauteurs, la région tarsienne jouit seule de cette propriété, qui appartient en outre aux lignes qui séparent la hanche du trochanter et le trochanter du fémur dans les pattes des deux paires antérieures. Quel que soit le cas, d'ailleurs, la régénération après résection expérimentale rappelle de tous points la régénération post-autotomique, mais elle est moins active, moins régulière et produit des membres moins bien proportionnés. Chez les espèces pentamères, elle donne des tarses à trois ou quatre articles plus ou moins bien formés.

Ainsi la faculté régénératrice n'appartient pas à toute l'étendue d'un membre; elle se localise en certaines régions spéciales dont les cellules ont dû forcément « subir une différenciation histologique incomplète et conserver une réserve de protoplasma indifférent ». Suivant la loi formulée par Lessona en 1868 et largement entrevue dès 1710 par l'illustre Réaumur, ces régions se trouvent aux points où les mutilations peuvent se produire avec le plus de fréquence; M. Bordage le démontre avec un grand luxe d'expériences et fort habilement détruit toutes les objections qu'a fait surgir la loi de Lessona. Pour lui, comme pour Darwin et M. Weismaun, « la régénération est une propriété générale des organismes, qui a été conservée par la sélection dans les seules régions où elle était utile et où elle avait assez fréquemment l'occasion de se manifester pour rendre des services à l'espèce ».

M. Bordage aborde aussi quelques autres points qui se rattachent plus ou moins directement au problème

de l'autotomie: la régénération des appendices et la croissance générale chez les Insectes dont le poids diminue, et l'influence de l'hémorragie autotomique dans les cas où se produit la mort par impossibilité de muer ou par une réduction dans le nombre de mues; il donne aussi des aperçus curieux et des observations intéressantes sur les causes de la soudure du trochanter, sur la formation des articulations et sur l'origine articulaire de la membrane hémostatique.

Le travail de M. Bordage est finement original et très suggestif; il se distingue aussi par son arrangement méthodique, sa rédaction facile et par ses figures aussi claires qu'élégantes. MM. Fredericq, Weismaun et Giard en ont loué les prémisses et je serais bien étonné si l'œuvre définitive ne leur plaisait pas davantage encore. En tout cas, je dois dire que cette œuvre m'a causé grande satisfaction par ses qualités multiples et que je la présente avec une pleine confiance à l'appréciation des biologistes.

M. Bordage ne se flatte pas d'avoir épuisé le sujet de ses études et il indique lui-même les problèmes complexes dont devra tenir compte une théorie définitive de la régénération. Dans ce but et afin de compléter son excellent travail, je crois qu'on pourrait recommander de plus amples recherches sur les rapports de l'autotomie avec la sélection sexuelle, des observations plus complètes et plus précises sur les phénomènes cellulaires de la régénération, enfin et surtout une étude histologique minutieuse des phénomènes qui précèdent, accompagnent et suivent l'autotomie du muscle chez les Mantides et chez les Blattides.

E.-L. BOUVIER,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle,
Membre de l'Institut.

4° Sciences médicales

De Rothschild (Henri). — Traité d'Hygiène et de Pathologie du Nourrisson et des Enfants du premier âge. T. III. — 1 vol. gr. in-8° de 600 pages. O. Doin, éditeur. Paris, 1905.

La Revue a déjà signalé à ses lecteurs les deux premiers volumes du *Traité d'Hygiène et de Pathologie du nourrisson* publié par le Dr Henri de Rothschild.

Le Tome troisième, qui vient de paraître, complète et termine le traité. Il comprend trois parties.

Dans la première partie, les *maladies de l'appareil digestif* font le sujet d'importantes études de la part de MM. Deschamps, Brunier, Netter, H. de Rothschild, Kahn et Ehrhardt.

Dans la seconde partie, M. Kahn décrit les anémies et la lymphadénie; Salomon, le purpura et l'hémophilie; Lévi, le myxœdème et l'achondroplasie; Gastou la scrofulo-tuberculose; Deschamps, les tumeurs malignes congénitales et les fractures.

La dernière partie de l'ouvrage est consacrée à l'orthopédie, magistralement étudiée par Ducroquet. Ici les limites assignées au traité sont largement dépassées. Ducroquet étudie des affections telles que le mal de Pott et la coxalgie, qui ne sont pas spéciales au nourrisson et à l'enfant du premier âge, mais qui frappent plutôt les enfants un peu plus âgés et les adolescents.

Le lecteur, du reste, aurait tort de s'en plaindre; car Ducroquet leur donne un exposé très pratique de ces questions; il décrit en détail la technique des divers appareils utilisables contre le mal de Pott, la coxalgie, la scoliose. Il étudie complètement la question si importante du traitement de la luxation congénitale de la hanche; il montre comment, avec une bonne technique, on peut, sans opération sanglante, réintégrer la tête fémorale dans la cavité cotyloïde, assurer son maintien définitif en bonne position, rendre enfin à l'articulation un jeu normal.

Ducroquet est peut-être l'homme du monde qui connaît le mieux la question de la luxation congénitale de la hanche; l'étude qu'il publie dans le *Traité d'Henri de Rothschild* fera époque dans l'histoire de cette affection.

Dr P. DESFOSSÉS.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Octobre 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Ch. Goldziher** signale un critérium très simple pour l'application de la loi de mortalité de Gompertz-Makeham. — **M. M. Ringelmann** a déterminé le travail mécanique fourni par les moulins à vent. Si T est le travail mécanique, en kgm , par seconde, que peut fournir un vent animé d'une vitesse V , en m , par seconde, agissant sur une surface A (projection des ailes) en m^2 , K étant un coefficient, on a $T = KAV^3$. Pour obtenir le travail mécanique disponible, il faut multiplier T par le rendement, qui varie de 0,2 à 0,4 suivant l'installation et son état d'entretien.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **MM. B. Brunhes** et **A. Baldit** ont constaté que, quand on passe de la plaine à la montagne, il se produit une diminution considérable de la déperdition électrique positive, sans variation sensible de la déperdition négative. — **M. G. Malfitano** a observé qu'en augmentant la concentration en HCl du milieu, le colloïde hydrochloroferrique tend de plus en plus à se rapprocher de la constitution $\text{H}(\text{Fe}^2\text{O}^+\text{H}^+)\text{Cl}$. Par l'élévation de la température, malgré la concentration du milieu, le colloïde peut s'appauvrir en électrolyte. — **M. J. Dumont** a reconnu que les radiations qui contribuent avec le plus d'efficacité à la migration des albuminoïdes dans le grain de blé sont celles qui agissent le moins sur la fonction chlorophyllienne.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **MM. A. Laveran** et **A. Lucet** ont découvert chez la Perdrix de Hongrie l'existence de l'*Hemamoeba relicta*, et chez le Dindon un hématozoaire nouveau qu'ils nomment *H. Smithi*. — **M. L. Bordas** communique ses recherches sur les glandes annexes de l'appareil séricigène des larves d'*Io irene*. — **M. A. Chevalier** a reconnu que, quelle que soit la famille à laquelle appartient une plante à caoutchouc, sa richesse caoutchoutifère est une aptitude individuelle. Le rendement peut être très différent sur deux individus de même âge, de mêmes dimensions, vivant côte à côte et saignés au même moment. — **M. A. Michel-Lévy** signale l'existence de couches à Clyménies au Moulin-du-Roi, dans le Plateau central (Morvan).

Séance du 6 Novembre 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. P. Boutroux** recherche s'il existe certains types de relations récurrentes dont la convergence soit assurée quelles que soient les valeurs prises par les paramètres qui y figurent. — **M. H. Padé** étudie les réduites d'une certaine catégorie de fonctions. — **M. G. Zemplén** démontre, en se basant sur le principe de Carnot, l'impossibilité des ondes de choc négatives dans les gaz. — **M. Hadamard**, par la considération directe de l'entropie, arrive à une démonstration très simple du même résultat.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. V. Crémieu** montre qu'il est possible de répéter, au sein des liquides, l'expérience de Cavendish dans des conditions égales, sinon supérieures, à celles qu'on réalise dans l'air. — **M. M. Coste** a constaté que, pour obtenir du sélénium très sensible à l'action de la lumière, il faut le préparer à l'état métallique sous une forme aussi peu compacte que possible. L'effet de la lumière lui paraît dû à deux causes : 1^o modification de la nature de la surface du sélénium; 2^o effet thermique dû à l'absorption des radiations lumineuses. — **M. J. Thovert** décrit un dispositif qui permet de ramener la détermination de la conductibilité calorifique à une mesure de longueur et

de temps. — **M. Maillard** a observé la trombe qui a ravagé les environs de Cravant (Orléanais) le 4 juillet 1905. Elle a été accompagnée d'un abaissement subit de la pression atmosphérique, qui s'est produit seulement à sa périphérie. — **M. Ch. Dhéré** a étudié les spectres d'absorption ultra-violetts des mono-, di- et trioxypyridines; les bandes d'absorption se portent davantage du côté le moins réfrangible à mesure que la quantité d'oxygène augmente dans la molécule. — **M. E. Vigouroux** a préparé un siliciure de manganèse SiMn^2 par l'action de l'aluminium sur un mélange de silice et d'oxyde de manganèse. — **M. F. Wallerant**, en faisant cristalliser ensemble du chlorure d'ammonium et du bromure de nickel, a obtenu des cristaux ayant un réseau cubique, mais ne possédant que la symétrie orthorhombique. Ils offrent souvent des macles octaédriques. — **MM. E. E. Blaise** et **A. Courtot** ont observé des phénomènes de transposition moléculaire et de migration du carboxyle dans la déshydratation de certains acides-alcools; ainsi l'acide oxypivalique donne de l'acide tiglique et l'acide $\alpha\alpha$ -diméthyl- β -phénylhydracrylique de l'acide diméthylatropique. — **MM. A. Haller** et **G. Blanc** montrent qu'on peut obtenir une campholide β isomère de celle préparée par l'un d'eux par réduction de l'anhydride camphorique, mais que cette nouvelle lactone se prête très difficilement à la double décomposition avec KCaZ ; les éthers camphoriques acides α et β fournissent des chlorures éthers correspondants, susceptibles de donner naissance à des molécules à fonction mixte. — **MM. Piettre** et **Vila** ont constaté que les cristaux d'acéthémine de Teichmann-Nencki peuvent être scindés en divers principes immédiats, parmi lesquels ils ont déjà isolé une substance solide, incolore, ne contenant pas de fer.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **MM. J. Camus** et **Ph. Pagniez** ont étudié les lésions produites par l'injection d'acides gras: ce sont soit des destructions et des nécroses, soit des réactions cellulaires et des scléroses. Il faut attribuer aux acides gras d'origine microbienne, en particulier à ceux du bacille tuberculeux, un rôle important dans la production des lésions locales dont ces organismes sont la cause. — **M. G. Loisel** a reconnu que les jaunes d'œufs de poule, de canard et de tortue renferment des substances qui, injectées dans les veines, sous la peau ou dans la cavité générale du corps, déterminent promptement la mort des animaux chez lesquels on les injecte. — **M. Marage** a constaté que les sons de diapasons et ceux des voyelles naturelles, émis avec une énergie capable d'impressionner par l'air extérieur une oreille placée à 125 mètres de distance, n'ont pas pu faire entrer en vibration les cils de *Mysis*, ces vibrations étant transmises à 1 centimètre cube d'eau par l'intermédiaire d'une membrane vibrante et d'une colonne d'air de 0^m,40 de longueur. — **M. P. Hallez** a observé que le rhéotropisme des Hydroïdes polysiphonnés se manifeste surtout par un développement excessif de stolons qui consolident toutes les nervures de la base au sommet. — **M. Ch. Déperet** cherche à établir, pour les faunes tertiaires d'Europe, la part qui revient à chacun des deux facteurs qui déterminent les changements de faunes: 1^o l'évolution sur place; 2^o les migrations d'origine lointaine. — **M. A. Bigot** montre que c'est à l'époque carbonifère que le granite de Vire a fait son intrusion en Normandie, en même temps que le granite de Fougères en Bretagne. — **M. J. Boussac**, par l'étude des Nummulites qu'elles renferment, a pu établir un parallélisme précis entre les couches éocènes supérieures de Biarritz et du Vicentin.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 31 Octobre 1905.

MM. G. Pouchet, E. Gley, Joffroy, Hallopeau et Landouzy présentent successivement les Rapports sur les concours pour les Prix Baignet, Bourceret, Lefèvre, Ricord et Chevillon. — M. le Dr Darier donne lecture d'un travail sur les sels organiques d'argent en thérapeutique oculaire.

Séance du 7 Novembre 1905.

M. Ch. Monod présente un Rapport sur un Mémoire de M. Jalaguier relatif aux invaginations de l'appendice iléo-cæcal. D'après l'auteur, l'appendice, pourvu d'une tunique musculaire puissante, se contracte, à l'état normal, vigoureusement. Ces contractions se propagent invariablement au cæcum, celui-ci à son tour devenant dur et plus rigide. Mais, si le cæcum est dilaté ou relâché, il se laisse pénétrer, en s'invaginant, par le petit corps, devenu rigide, qu'il porte à son extrémité. L'invagination du cæcum peut entraîner celle de l'intestin grêle (invagination iléo-cæcale), et la masse formée par ces parties pénétrer elle-même dans le colon ascendant. De telles complications ne conduisent pas nécessairement à la mort. — M. Motet présente le Rapport sur le concours pour le Prix Civrieux. — M. Marie lit un Mémoire sur la paralysie générale et la syphilis chez les Arabes.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 Octobre 1905.

M. Marcano communique des préparations microscopiques de sang palustre de M. Montoya y Flores, sur lesquelles il aurait observé un nouveau parasite, agent du paludisme. — M. J. Jolly montre que les corps signalés par M. Montoya ne sont que de petites gouttes de mercure oxydé. — M. A. Laveran signale la présence de *Glossina palpalis* dans la région de l'Ogoué, concurremment avec des cas de trypanosomiase. — M. J. Roger communique un cas de contagion par cohabitation du surra nord-africain du chien. — MM. Ch. et G. Dassonville ont observé que le pétrole répandu en couche mince paraît exercer une action attractive sur les *Culex* et sur les mouches bleues, qui s'y noient en nombre considérable. — M. J. de Lisle a trouvé dans le sang syphilitique un microbe très fragile, qu'il a réussi à cultiver en évitant la coagulation du sang syphilitique. — M. P. Mulon a constaté que l'accroissement de la couche pigmentée de la capsule surrénale du cobaye s'effectue par suite de la transformation des cellules de la couche graisseuse qui résorbent leur graisse. — M. Slatineano a réussi à extraire du corps des coco-bacilles de Pfeiffer, par émulsion dans le mélange eau physiologique et sérum de cheval frais, centrifugation et décantation, une endotoxine mortelle pour les animaux de laboratoire. — M. C. Gorescu a observé que l'injection sous-cutanée d'iodure de potassium active fortement la résorption dans les granulomes provoqués par l'inoculation de poudres inertes. — M. C. Levaditi a constaté que la pénétration du *Spirochaete pallida* dans les vésicules de pemphigus s'opère de la profondeur vers la surface, des papilles dermiques vers les couches inférieures de l'épiderme. Il existe une étroite relation entre la présence de ce spirochète et l'intensité des lésions viscérales de la syphilis héréditaire. — MM. C. Levaditi et Sauvage ont observé chez un nouveau-né hérédo-syphilitique le passage du *S. pallida* dans le liquide du vésicatoire placé non seulement sur la peau couverte de syphilides, mais aussi sur la peau d'apparence normale, en imminence d'éruption; ils ont aussi trouvé des spirochètes dans le sang du cœur prélevé sur le cadavre. — M. L. Grimbert décrit un nouveau procédé pour la recherche des pigments biliaires dans l'urine, basé sur la précipitation par le chlorure de

baryum. — M. H. Roger a observé, dans l'occlusion expérimentale, de grands mouvements de l'intestin qui semblent dus à l'action du liquide accumulé derrière l'obstacle. — M. Guerbet a observé le *B. Shiga* dans une épidémie de dysenterie qui a sévi en août et septembre aux environs de Gournay. — M. E. Ducloux a constaté, chez des Bovins de Tunisie, une coccidiose déterminée par une coccidie tétrasporée, dizoïque, globuleuse, à ookyste arrondi ou légèrement ovoïde, de 16 à 30 μ . — M. J. G. Lache présente ses recherches sur la cérébration inconsciente. — MM. Humbert et Balzer décrivent un essai, exécuté il y a quatorze ans, d'abouchement direct du canal déférent avec le testicule pour remédier à la stérilité consécutive à l'épididymite double. Le résultat a été négatif, les spermatozoïdes n'ayant pas reparu dans le sperme. Mais, l'opération étant inoffensive, elle pourrait être reprise avec chances de réussite. — MM. P. Carnot et P. Amet montrent que les îlots de Langerhans sont parmi les parties les plus vulnérables du pancréas et que leurs altérations peuvent être constatées, non seulement dans le diabète, mais aussi dans toute une série d'autres cas non accompagnés de glycosurie. — M. H. Claude a constaté un hyperfonctionnement des glandes vasculaires sanguines (corps thyroïde et surrénale) chez des acromégaliques.

Séance du 4 Novembre 1905.

M. Ed. Retterer a reconnu que la capsule des cellules osseuses et les prolongements capsulaires sont composés d'un protoplasma granuleux, chromophile, qui se transforme partiellement en fibrilles ou formations élastiques. — M. E. Laguesse communique une nouvelle expérience montrant le rôle endocrine des îlots de Langerhans du pancréas. — M. M. d'Halluin montre la nécessité de distinguer de la mort absolue un état intermédiaire qui n'est plus la vie, mais qui n'est pas encore la mort, et dont le médecin peut tirer quelques rares malades en agissant directement sur le cœur. — M. G. Billard a constaté que la vitesse d'étalement, à la surface de l'eau pure, des liquides à tension superficielle faible est de 20 à 30 centimètres par seconde, à 15°. — MM. A. Netter et Ribadeau-Dumas ont observé, à Paris et dans des localités très diverses, 29 cas d'infection paratyphoïde; il leur semble être en présence d'une véritable épidémie. Les malades dont le sang agglutine le bacille de Brion et Kayser agglutinent le bacille d'Eberth 18 fois sur 22, et celui de Gärtner 15 fois sur 22. — M. Ch. Dubois a reconnu que la fonction excrémentielle du foie n'est pas abolie par l'ingestion de glycérine, mais elle est fortement diminuée, comme l'est aussi la sécrétion biliaire. — M. D. Labbé montre qu'on peut arriver à une stérilisation complète de l'air par l'ozone. — MM. Matruchot et Ramond ont isolé, de tumeurs sous-cutanées chez l'homme, un champignon pathogène du genre *Sporotrichum*, qu'ils nomment *S. Beurmanni*. La fructification a la forme de manchons cylindriques disposés en bouquets à l'extrémité des filaments. — M. A. Policard montre que les formations mitochondriales du rein des Vertébrés doivent rentrer dans le groupe des formations ergastoplasmiques. — M. J. Cantacuzène a observé la formation de plasmodies dus à la confluence des leucocytes polynucléaires à la suite de l'inoculation expérimentale de bacilles para-tuberculeux (bacille du Timothée). — Le même auteur a constaté que l'acidorésistance des cultures de bacilles du Timothée augmente à mesure que la culture vieillit; elle est complète au bout de quinze jours. — M. S. Irimescu a reconnu que les tuberculines et les paratuberculines contiennent une substance hyperthermisanse agissant spécifiquement chez les animaux tuberculeux, sans effet sur les animaux sains. — MM. J. Camus et Ph. Pagniez: Recherches sur les acides gras (voir p. 1009). — MM. H. Roger et M. Garnier ont étudié la toxicité des matières contenues dans l'intestin grêle du lapin; elle varie de 3,6 à 5 centimètres cubes par kilogramme chez l'animal normal;

après ligature de l'intestin, elle devient trois fois plus forte. — MM. G. Froin et L. Ramond ont constaté que, dans la pleuro-tuberculose primitive, plus l'épanchement augmente, plus les leucocytes diminuent par millimètre cube; inversement, plus il y a d'éléments par millimètre cube, moins il y a de liquide. — M. A. Frouin montre que les acides organiques qu'on trouve dans le suc gastrique proviennent des acides organiques qui, formés ou absorbés en grande quantité, ne sont pas immédiatement brûlés dans l'organisme. — MM. L. Brailon et Hautefeuille ont reconnu qu'il n'existe pas, malgré les lésions qui peuvent les simuler de très près, de granulations miliaires de l'endocarde et que toute la tuberculose de cet organe se résume dans les lésions inflammatoires et curables à bacille de Koch. — M. Eug. Terrien propose l'emploi, dans l'alimentation du nourrisson, de fécule liquéfiée, mais non saccharifiée, par la diastase du malt. On peut ainsi en faire tolérer de grandes quantités. — M. F. Guéguen signale un nouveau cas de pseudo-parasitisme d'un *Gordius* dans le tube digestif de l'homme. — M. G. Loisel : Sur la toxicité des œufs de canard, de poule et de tortue (voir p. 1009). — MM. L. Rénon et L. Tixier, dans un cas d'anémie perniciose traitée par la radiothérapie, ont observé une accentuation très marquée de la réaction myéloïde du sang, qui traduit un surcroît d'effort de la moelle osseuse pour réparer la destruction globulaire. — M. P. Wintrebert a constaté que la métamorphose de la *Salamandra maculosa* s'effectue, dans les régions privées de moelle, avec les mêmes caractères que dans les autres territoires normaux non soustraits à l'influence nerveuse.

Séance du 11 Novembre 1903

M. G. Moussu a constaté que, lorsqu'on introduit dans un organisme tuberculeux une culture virulente de tuberculose en filtre hermétiquement clos, on provoque une réaction thermique comparable à celle que détermine une injection de tuberculine. — MM. Al. Carrel et C. C. Guthrie ont réalisé la transplantation biterminale complète d'un segment de veine sur une artère; ils espèrent arriver par ce moyen à un nouveau traitement des anévrysmes. — Les mêmes auteurs ont pratiqué l'extirpation de la glande thyroïde et l'ont replantée en inversant le sens de la circulation à travers ses vaisseaux. L'animal est vivant et en bonne santé après deux mois. — M. A. J. Carlson démontre que, chez le *Limulus*, le tissu du cœur qui conduit l'impulsion motrice dans l'état de « water-rigor » est le plexus nerveux. Il en est probablement de même chez les Vertébrés. — M. C. Spiess a reconnu que les cellules du prétendu foie de la Sangsue médicinale représentent un rein au point de vue morphologique; elles remplissent une partie des fonctions qui, chez les Vertébrés, sont dévolues aux cellules de l'épithélium intestinal, différenciées en cellules hépatiques. — MM. G. Froin et L. Ramond ont étudié l'évolution des réactions cellulaires et séro-fibrineuses dans le liquide céphalo-rachidien retiré par ponction lombaire des méningites tuberculeuses. — M. S. Ramon y Cajal a poursuivi ses recherches sur le mécanisme de la régénération des nerfs: ses observations vont à l'encontre des travaux des partisans de l'autorégénération. — M. H. Roger a reconnu que la mucine du mucus intestinal est coagulée par un ferment, la mucinase, secrétée par la muqueuse; la bile exerce sur ce ferment une action anticoagulante. — M. E. Fauré-Frémiet a obtenu, par une simple variation du milieu, la transformation expérimentale de la *Vorticella microstoma* en *V. hians* et vice-versa. — M. Dubuisson décrit la formation du vitellus dans l'œuf de Tortue et des Batraciens. — MM. F. Mesnil et M. Caullery ont observé que, chez le *Rhopalura pelseneeri*, les ovules se développent dans l'organisme maternel en larves ciliées; il y a très vraisemblablement auto-fécondation. — Les mêmes auteurs montrent que le cycle évolutif des Dicyémides est tout à fait parallèle à celui des Orthonectides. —

MM. A. Netter et Ribadeau-Dumas ont observé 14 nouveaux cas d'infections paratyphoïdes, avec présence du même type de bacille chez tous les membres de la même famille atteints de l'une de ces infections. — Les mêmes auteurs ont constaté l'intervention fréquente du bacille paratyphique A de Brion et Kayser dans l'étiologie des ictères fébriles.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 7 Novembre 1903

MM. J. Sabrazès et L. Muratet ont constaté qu'à Bordeaux le *Trypanosoma Lewisi* est surtout l'hôte du *Mus rattus*. Un seul *Mus decumannus* sur 56 examinés a présenté des trypanosomes; on n'en a jamais vu chez le *Mus musculus*. — M. B. Auché et M^{lle} R. Campana ont observé un bacille petit, immobile, ne prenant pas le Gram, dans la dysenterie des enfants; les caractères des cultures et les résultats de l'agglutination permettent d'affirmer son identité avec le bacille dysentérique de Flexner. — MM. J. Gautrelet et Ed. Soulé ont constaté que les injections d'eau de mer abaissent dans de fortes proportions les chiffres de l'oxygène et de l'acide carbonique respiratoire.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

M. E.-F. Armstrong montre que l'action des acides et celle des enzymes, à la fois comme agents hydrolytiques et agents de condensation, sont similaires, excepté en ce qui concerne les différences provenant de l'activité non sélective des premiers et de l'activité strictement sélective des seconds. L'auteur a fait d'une part la synthèse de l'isomaltose et du maltose par l'action de l'acide chlorhydrique sur le glucose, d'autre part la synthèse de l'isomaltose par action de la maltase sur le glucose et celle du maltose par action de l'émulsine sur le glucose. — Le même auteur a étudié le mécanisme de la fermentation des sucres par une vingtaine de levures différentes. Toutes les levures étudiées ont été capables de faire fermenter le glucose, le mannose et le fructose; par contre, un certain nombre d'entre elles ne peuvent faire fermenter le galactose, sans que cette incapacité soit en relation avec la présence ou l'absence d'une des enzymes sacroclastiques. On en déduit que le mécanisme de la fermentation du galactose est différent de celui des autres sucres. — M. H.-E. Armstrong communique ses recherches sur la lipase du ricin. La présence d'acide est nécessaire pour que la lipase du ricin produise l'hydrolyse des graisses; elle a moins d'action sur les sels-éthers. Il a été impossible d'isoler l'enzyme qui doit se trouver dans le ricin; en tout cas, cette enzyme paraît être douée de propriétés spécifiques pour l'hydrolyse des glycérides des acides gras supérieurs. — MM. Th.-A. Henry et S.-J.-M. Auld : Sur l'existence probable de l'émulsine dans la levure. Les auteurs ont constaté que les glucosides qui sont décomposés par la levure sont ceux qui sont attaqués par l'émulsine, et que les conditions dans lesquelles ces décompositions sont effectuées par la levure, spécialement en ce qui concerne la température, sont précisément celles qui favorisent l'action de l'émulsine. Il n'est donc guère douteux que l'activité glucosidolytique de la levure ne soit due à la sécrétion d'émulsine dans les cellules de la plante. — MM. W. Bateson et R.-P. Gregory ont étudié la question de l'hérédité de l'hétérostylisme chez les *Primula*; mais, malgré un grand nombre d'expériences, ils n'ont pu arriver à des conclusions définies. — M. E.-A. Minchin présente ses recherches sur l'anatomie de la mouche *tsé-tsé* (*Glossina palpalis*). Il décrit successivement le système nerveux, le tube digestif, les organes génitaux et le système vasculaire de cet insecte.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 27 Octobre 1905.

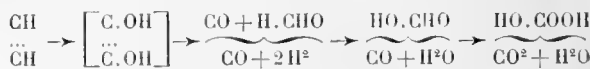
M. W.-E. Sumpner présente une étude sur la *théorie des phase-mètres*, qui le conduit aux conclusions suivantes : 1° Les phase-mètres pour circuits multiphasés sont tous également exacts pour des charges équilibrées, pourvu qu'ils aient été correctement calibrés et qu'ils ne possèdent aucun défaut dû à des causes purement mécaniques. Leur exactitude n'est pas affectée par des variations de la forme de l'onde ou de la fréquence du courant. Le calibrage de l'échelle est affecté par le nombre de bobines utilisées dans l'instrument, par les rapports des ampères-tours employés avec ces bobines, par la distribution des enroulements et par la nature magnétique et les propriétés des circuits magnétiques, surtout si ceux-ci contiennent du fer; mais l'exactitude des indications ne dépend d'aucune de ces considérations, si la construction de l'instrument est satisfaisante au point de vue mécanique. 2° Les phase-mètres peuvent être simplement et exactement calibrés pour les charges équilibrées par le moyen d'une méthode d'essai à courant direct. 3° L'erreur des phase-mètres sur les circuits non équilibrés est généralement sérieuse pour les charges éloignées de l'équilibre. L'erreur, comme celle du watt-mètre, augmente rapidement à mesure que le facteur de puissance de la charge diminue. Elle ne peut être réduite qu'au prix de complications de l'instrument, par l'augmentation du nombre des bobines dans les systèmes fixes et mobiles, et par un arrangement symétrique des bobines et des circuits magnétiques. Si le vrai facteur de puissance de la charge est $\cos \Phi$, la lecture de l'instrument est $\cos \Phi + \theta \sin \Phi$, où θ est l'erreur de phase due à la charge non équilibrée. — M. H.-L. Callendar décrit un *appareil pour la mesure de la radiation de la couronne solaire pendant une éclipse*. La radiation coronale est reçue par un miroir d'une ouverture de 20 pouces et d'une longueur focale de 45 pouces, donnant une image du Soleil d'environ 1 centimètre de diamètre. L'instrument est monté équatorialement et pourvu d'un plan diagonal qui projette l'image sur le côté du tube dans une position convenable pour l'observation oculaire ou bolométrique. Le tube du télescope est pourvu d'un diaphragme de 15 pouces de diamètre, qui limite considérablement l'ouverture, mais améliore la définition. Avec cette réduction, après avoir tenu compte de l'obstruction par le plan diagonal et de la perte par les deux réflexions, la concentration effective des rayons au foyer est supérieure à 1.000 fois. Le bolomètre enregistreur absolu a été construit pour la détermination de la radiation solaire en mesure absolue par la méthode de compensation électrique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

MM. Th. Purdie et J. C. Irvine, en chauffant le tétraméthylglucose dans le benzène pur contenant HCl à 105°-115°, puis distillant, ont obtenu un disaccharide octométhylé dextrogyre, sans action sur la solution de Fehling. Par hydrolyse, il reforme uniquement du tétraméthylglucose. — MM. J. T. Hewitt et J. J. Fox ont étudié l'action de CH₃I sur la benzoflavine (2 : 8-diamino-3 : 7-diméthyl-5-phénylacridine). — M. D. T. Jones a préparé, par action de Br sur le méthylcyclopropénedicarboxylate d'éthyle, le dibromométhyltriméthylénédicarboxylate d'éthyle, Eb. 185° sous 30 mm. Celui-ci, condensé avec 2 molécules de sodiomalonate d'éthyle, donne un produit non volatil qui, saponifié par KOH, fournit un acide tribasique C₉H₈O₈, F. 222°. — MM. F. W. Kay et W. H. Perkin jun. ont préparé une série de dérivés de l'*o*- et du *m*-cymène par l'action des combinaisons organo-magnésiennes sur des dérivés des acides toluïques. — M. A. E. H. Tut-

ton a calculé, pour les sulfates et sélénates alcalins, une nouvelle série d'axes *topiques* (combinaison des axes cristallographiques avec le volume moléculaire), en se basant sur un arrangement pseudo-hexagonal dans l'espace pour ces sels. Les résultats confirment les relations des constantes morphologiques avec le poids atomique du métal alcalin et avec celui de l'élément négatif dominant (S ou Se), ainsi que la position de l'ammonium près du rubidium dans la série des alcalis. — MM. J. B. Cohen et H. P. Armes poursuivent leurs recherches relatives à l'effet de l'isomérisation de position sur l'activité optique. Pour le benzoate de menthyle, le groupe *p*-nitré a la moindre influence sur le pouvoir rotatoire, le groupe *o*-nitré la plus grande influence; le groupe *m*-nitré se place entre les deux. Tandis que Cl et Br en ortho diminuaient la rotation, AzO₂ l'augmente beaucoup. — MM. R. Meldola et F. G. C. Stephens ont constaté qu'en diazotant la dinitro-*o*-dianisidine en présence de H₂SO₄, puis décomposant le produit de la réaction par chauffage avec III, on obtient un mélange de 1 : 2 : 4 : 5-iododinitroanisole, F. 146°-147°, et de iodonitrorésorcinol monométhyle, F. 115°-116°. Il s'est donc formé dans la diazotation un mélange d'un sel de diazonium et d'une quinone-diazole. Les auteurs ont préparé une autre dinitroanisidine-1 : 2 : 4 : 6, au moyen de l'acide isopicramique. Par diazotation, elle ne perd pas l'un de ses groupes nitrés, mais le groupe méthyle. — MM. A. W. Titherley et W. L. Hicks ont obtenu deux dérivés *O*-benzoylés de la salicylamide : l'un, F. 208°, dans la condensation du salicylate de méthyle avec la benzamide sodée; l'autre, F. 144°, dans la benzoylation sèche de la salicylamide par le chlorure de benzoyle. L'isomère le plus fusible est labile et se transforme facilement dans l'autre. Les deux formes, par benzoylation dans la pyridine, donnent la même *O*-Az-dibenzoylsalicylamide, F. 129°, dont il paraît exister aussi une forme instable. — M. H. V. Mitchell a préparé facilement la benzène-azocoumarine et les trois benzène-azonitrocoumarines; ces faits lui semblent montrer que les composés *p*-hydroxyazoïques ont réellement le caractère phénolique et non celui de quinone-phénylhydrazones. — MM. W. A. Bone et G. W. Andrew ont étudié la combustion de l'acétylène. Il n'y a pas d'oxydation préférentielle de C ou de H; la séparation de ces deux corps, quand elle a lieu, est attribuable à une décomposition thermique secondaire. L'oxydation entière peut être représentée par les stades suivants :



En contact avec une surface catalysante chaude, l'acétylène s'unit avec la vapeur d'eau pour former de l'acétaldéhyde, qui peut ultérieurement se décomposer en méthane et CO. — M¹⁰ I. Smedley a reconnu que le pouvoir du groupe carbonyle d'agir comme chromophore dans les dérivés du fluorène est détruit lorsqu'on remplace l'oxygène par deux atomes de Cl. Le chlorure de fluorène, F. 103°, est incolore. — MM. D. R. Boyd et J. E. Pitman ont constaté que l'éther triméthylque du pyrogallol est facilement décomposé par H₂ aqueux; le trichloranisole et le tribromanisole sont presque pas affectés par cet agent dans les conditions ordinaires; mais, en présence d'acide acétique glacial, on obtient la quantité théorique d'iode de méthyle. — MM. J. B. Cohen et D. Mc Candlish ont étudié le mécanisme de la réduction des dérivés nitrés par l'hydrogène sulfuré. Le degré de réduction est augmenté par la présence de groupes acidiques (AzO₂, CO²CH₃, Cl) et diminué par celle de groupes basiques (CH₃, AzH₂); il est aussi influencé par les empêchements stériques. Il se forme, en général, un composé hydroxylamique intermédiaire. — M. G. T. Morgan et M¹⁰ F. M. G. Micklethwait ont préparé une

série d'arylsulfonyl-*p*-diazouimides, en particulier la toluène-*p*-sulfonyl-*p*-phénylènediazouimide. Ces diazouimides donnent des dérivés azoïques par condensation, dans un solvant inerte, avec les phénols et les amines aromatiques. — **M. S. E. Sheppard** a montré expérimentalement que le développement photographique est une réaction chimique réversible; il a déterminé les facteurs d'équilibre pour l'oxalate ferreux. — **MM. J. B. Cohen** et **P. Hartley** poursuivent leurs recherches sur la chloruration progressive du benzène en présence du couple aluminium-mercure. Le 3^e substituant (atome de Cl ou groupe nitré) entrant dans les dichloro- ou chloronitrobenzènes ou dans les monochlorotoluènes occupe la position non symétrique, formant un composé 1 : 2 : 4; le 4^e substituant (Cl ou AzO²) occupe la position 3. Dans tous les dérivés 1 : 2 : 3 chlorés ou chloro-nitrés du benzène et du toluène, le 4^e substituant (Cl ou AzO²) est adjacent aux trois autres. — **MM. F. L. Usher** et **M. W. Travers** ont trouvé qu'en l'absence d'HCl ou en présence de faibles quantités de cet agent As²O³ est rapidement réduit par H²S avec formation de trisulfure. Si la concentration de l'acide augmente jusqu'à 25 %, le produit de la réaction est le pentasulfure. Enfin, en présence d'HCl concentré, il se forme de nouveau du trisulfure. — **M. Al. Mc Kenzie** a constaté que l'acide lactique de fermentation du commerce est tantôt dextrogyre, tantôt lévogyre. Il est probable que l'action bactérienne fournit un mélange de quantités inégales des deux acides. L'auteur a réalisé la synthèse asymétrique de l'acide *l*-lactique par réduction du pyruvate de *l*-menthyle avec l'amalgame d'Al, qui donne un mélange de *d*- et de *l*-lactate de *l*-menthyle, le dernier en excès. Par hydrolyse avec KOH alcoolique, et enlèvement du *l*-menthol, on obtient un mélange de *d*- et *l*-lactate de K, qu'on acidifie et d'où l'on retire l'acide *l*-lactique qui est en excès. — **MM. S. Ruhemann** et **R. W. Merriman**, par l'action du chlorure de phénylpropionyle sur l'acétylacétone monosodée, ont obtenu l'acétylbenzylidène-méthylcétodihydrofurane, F. 152° 153°; il se dissout en bleu dans la pipéridine, d'où HCl précipite son isomère, le 2-acétyl-5-hydroxy-4-phényl-3-méthyl-4-cétocyclopentadiène, F. 170°. On observe des réactions analogues avec le chlorure de phénylpropionyle et l'acétoacétate d'éthyle monosodé. — **M. A. J. Brown** : Sur les influences qui régissent la reproduction du *Saccharomyces cerevisiae*. — **M^{lle} J. F. Homfray** a observé que les mélanges d'acétaldéhyde et d'eau donnent des valeurs de la réfraction spécifique moindres que celles qu'on calcule d'après les constituants; il s'ensuit qu'il existe dans le liquide une certaine quantité d'aldéhyde C²H³OH². L'acétone et l'eau ont une faible tendance à donner le composé C³H³C(OH)²CH³. L'alcool éthylique et le cyanure d'éthyle ne donnent pas de composé, contrairement aux indications de Gautier.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 13 Juillet 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. Ph. Broch** a déterminé les radiants et la hauteur des étoiles filantes observées du 19 au 24 avril 1874 à Vienne, Pola, Kremsmunster, Brunn et O'Gyalla. Les hauteurs d'apparition et de disparition ont été, en moyenne, de 177 et 119 kilomètres, la trajectoire de 92 kilomètres. Trois radiants semblent montrer que la trajectoire des météores avait une grande analogie avec celle des comètes 1864 III, 1849 III et 1844 II.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. V. F. Hess** étudie le pouvoir de réfraction des mélanges de deux liquides en tenant compte de la variation de volume pendant le mélange et montre expérimentalement que la loi des mélanges de Biot-Arago, modifiée par la formule de Pulfrich, donne des résultats absolument conformes à l'expérience. — **M. R. von Hasslinger** cherche à montrer que les conductibilités électrolytique et

métallique ne sont pas très différentes dans leur essence et qu'il est possible de trouver chez un même corps les deux espèces de conductibilité avec des formes de passage. Chez le soufre, conducteur élémentaire, on observe, au voisinage du point d'ébullition, une conductibilité qui augmente avec la température, et le courant produit dans le soufre, par polarisation, des forces contre-électromotrices appréciables. Les oxydes de fer Fe²O³ et Fe³O³, qui conduisent métalliquement à basse température, conduisent électrolytiquement à haute température. — **M. J. H. Süss** a déduit de mesures de conductibilité la constante d'affinité d'un grand nombre d'acides. Voici quelques résultats : ac. *as*-résorcyclique 0,0196; ac. nitroopianique 0,000.291; ac. nitrohémipinique 2,1; ac. aminotéréphthalique 0,0263; ac. homophthalique 0,0190. — **M. R. Wegscheider** indique un mode de calcul qui permet de déterminer par la même observation les constantes du premier et du second stade de dissociation des acides bibasiques à dissociation par étapes, en connaissant des valeurs approchées des deux constantes. — Le même auteur montre, par des mesures de conductibilité, que les acides *o*-aldéhydiques en solution aqueuse sont presque tous transformés en majeure partie en oxylactones tautomères. — Enfin, **M. R. Wegscheider** montre que, si la loi de dilution d'Ostwald s'applique à un groupe d'acides aminés, on peut en conclure avec vraisemblance que, dans ce groupe, la formation interne de sels et l'hydratation sont peu importantes : c'est le cas des acides acétaminés aromatiques et des α -anilidoacides gras. — **MM. J. Herzig** et **F. Wenzel**, par l'action de KOH et CHI³ sur l'aldéhyde diméthylphloroglucique, ont obtenu l'aldéhyde tétraméthylphloroglucique et un produit de condensation de deux molécules de celui-ci avec élimination d'acide formique; ce composé se dédouble quantitativement en aldéhyde tétraméthylphloroglucique et tétraméthylphloroglucine. — **M. Goldschmiedt** a préparé les dérivés méthylés de l'acide ellagique; il est parvenu jusqu'à l'acide tétraméthyl-ellagique. — **M. H. Meyer**, en faisant réagir le diazométhane sur les acides-aldéhydes, a obtenu une seule sorte d'éther, l'éther normal. Celui de l'éther bromopianique fond à 105°-106°. — Le même auteur a étudié l'influence réciproque des groupes AzH² et OH et de l'Az pyridique dans les α et γ -amino ou oxy-pyridines. — Enfin, **M. H. Meyer** a fait réagir le diazométhane sur les pyridones et les acides oxypyridinecarboniques; la formation d'éthers à l'oxygène ou à l'azote dépend de la présence des substituants du noyau pyridique. — **MM. Zd. H. Skraup, E. Geisperger, E. von Knaffl-Lehnsdorf, F. Menster** et **H. Sirk**, par l'action ménagée de l'anhydride acétique saturé d'HCl gazeux sur l'amidon, le glycogène et la cellulose, ont obtenu des combinaisons acétylchlorées qui paraissent dériver sans dédoublement de la substance originale. De leurs poids moléculaires, on déduit pour poids moléculaire minimum de l'amidon soluble 7.440 ou (C⁶H¹²O⁶)¹⁰ et de la cellulose 5.508 ou (C⁶H¹²O⁶)⁹. Il se forme aussi des produits de dédoublement des polysaccharoses : l'amidon donne le dérivé acétylchloré d'une érythro-dextrine (C⁶H¹²O⁶)³, puis de l'acétylchloromaltose et de l'acétylchloroglycose. Le glycogène fournit un dérivé acétylchloré qui, d'après sa teneur en chlore, a un poids moléculaire de 23.630. — **M. F. Ratz** est parvenu à préparer de la nicotine chimiquement pure par transformation en chlorozincate, cristallisation fractionnée et extraction de la nicotine du sel pur par KOH sans solvants. Son pouvoir rotatoire spécifique à 20° est de 169,54, sa densité 1,00925 et son point d'ébullition 246°, 2 sous 720 millimètres. — Le même auteur a constaté que, dans l'alkylation du nitroacétamide par réaction de son sel d'Ag avec les iodures d'alkyles, il se forme l'éther isonitré, qui, par oxydation intramoléculaire du groupe alkyle, donne les deux oximes encore inconnues de l'acétamide. — **M. Zd. H. Skraup** a reconnu que les diverses préparations de caséine semblent donner, par hydrolyse, les unes surtout du glyco-

colle, les autres surtout de l'alanine. — MM. **Zd. H. Skraup** et **F. Heckel** montrent que, même quand l'hydrolyse de la gélatine est conduite comme celle de la caséine, il ne se produit ni acide caséinique, ni acide caséanique. — MM. **A. Adensamer** et **Ph. Hörnes** ont hydrolysé l'albumine d'œuf d'après le procédé de Skraup pour la caséine. Des phosphotungstates, on a isolé la *D*-alanine, mais on n'a pas trouvé le glyco-colle. On a isolé, d'autre part, la leucine, l'isoleucine et l'acide aminovalérique. — MM. **Zd. H. Skraup** et **R. Zwerger**, par l'hydrolyse partielle de la caséine avec HCl à haute température, ont obtenu le phosphotungstate bien cristallisé d'un produit où le rapport Az : C = 1 : 2,6, et offre, par conséquent, une grande analogie avec celui de la caséinokyryne 1 : 2,55. Par dédoublement plus profond, on obtient de la lysine, de l'arginine et de l'histidine.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. C. Toldt** : *L'ossicula mentalia* et son importance pour la formation du menton chez l'Homme. — **M. S. von Schumacher** : Les nerfs de la queue des Mammifères et de l'Homme, et leurs rapports avec la corde sympathique terminale. — **M. R. Popper** déduit d'expériences faites sur des chiens et des cobayes que l'abaissement de pression sanguine produit par l'extrait thymique provient de la propriété de ce dernier de coaguler le sang dans les vaisseaux et de produire des troubles mécaniques de la circulation. — **M. O. Reiser** a étudié les collections ornithologiques rapportées par l'Expédition envoyée au Brésil par l'Académie. Il a caractérisé un certain nombre de nouvelles espèces : *Rhamphastus theresae*, *Megaxenops parnaquae*, *Synallaxis griseiventris*, *Bubo magellanicus deserti*, *Rhynchotus rufescens catinae*. — **M. R. Hoernes** communique ses observations géologiques sur les Baléares, considérées comme un fragment de la Cordillère bétique.

Séance du 12 Octobre 1905.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. V. Rothmund** montre par trois voies (alcalimétrique, cryoscopique et électrique) l'existence d'une combinaison de l'acétone avec l'acide sulfureux ou avec le sulfite neutre ou acide. L'acide acétone-sulfureux est plus fort que l'acide sulfureux. — **M. F. Wertheimer** : La constitution des α et β -benzopinacolines.

2^o SCIENCES NATURELLES. — **M. F. Dimmer** décrit un appareil qui permet d'obtenir des photographies instantanées du fond de l'œil vivant. La source lumineuse est une lampe à arc électrique de 30 ampères dont la lumière est adoucie par un verre grisâtre. L'image est obtenue au moyen de deux objectifs. Les photogrammes ont 37 millimètres de diamètre. — **M. C. Diener** signale des phénomènes de convergence chez des Ammonites triasiques de l'Himalaya. L'étude des nombreuses Cératites du Muschelkalk lui a montré, d'autre part, que le genre *Ceratites* doit être considéré comme un genre polyphylétique. — **M. R. Hoernes** poursuit ses recherches géologiques sur le tertiaire du sud de l'Espagne. — **M. G. Geyer** communique ses observations géologiques faites au tunnel de Bosruck.

Séance du 19 Octobre 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. H. Benndorf** étudie le mode de propagation des ondes sismiques à l'intérieur de la Terre. Il montre que le temps T_1 (en minutes) qu'un choc de la première secousse emploie pour parvenir du centre de l'ébranlement au point d'observation, est donné en fonction de la distance épicyclique Δ (en mégamètres) par l'équation $T_1 = 0,4 + 1,7\Delta + 0,042\Delta^2$. De la même façon, le temps T_2 de la seconde secousse est donné par l'équation $T_2 = 1,3 + 3,0\Delta - 0,075\Delta^2$. Enfin, le temps T du maximum des secousses est donné par l'équation $T = 4,4\Delta$. L'auteur conclut que la première règle de Laska (la longueur de la première secousse en minutes, diminuée d'une minute, est égale à la distance de l'épicentre en mégamètres) se vérifie assez bien jusqu'à 10.000 kilomètres ;

au delà, on observe des écarts systématiques croissants. La seconde règle de Laska (la longueur des deux premières secousses en minutes est égale à trois fois la distance en mégamètres) est encore plus exacte ; mais elle offre aussi des écarts systématiques pour les grandes distances.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. F. M. Exner** essaie d'appliquer les formules de la théorie cinétique des gaz à la détermination de la pression et de la température d'un gaz idéal se dirigeant contre une paroi solide, puis d'un courant d'air rencontrant la paroi d'une montagne. Les observations concordent assez bien avec les résultats théoriques. — **M. A. Brezina** étudie le mode de formation des mélanges eutropiques, c'est-à-dire de ceux qui sont constitués par la resolidification de masses amollies, mais solides ; la plessite du fer météorique est un mélange eutropique de kamazite et de taenite.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. E. Suess** : La vallée de l'Inn à Nauders. L'auteur distingue entre le Rhin et l'Inn trois recouvrements : suisse, lépontin et alpin oriental. L'auteur considère avec Lugeon le massif de la Selvetta comme un morceau de la calotte alpine orientale reposant sur le recouvrement lépontin, et le bord de l'Inn sur lequel les sédiments lépontins sont visibles comme une fenêtre ouverte par l'érosion dans le recouvrement oriental alpin. Les pierres vertes de Nauders sont un reste de la vieille calotte primitive.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances d'Août, Septembre et Octobre.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. V. Volterra**, après avoir étudié, dans une Note précédente, les déformations qui se manifestent dans un cylindre creux dont on enlève une tranche radiale, s'occupe, dans une nouvelle communication, des déformations dues à l'enlèvement d'une tranche uniforme, déformations encore plus sensibles et singulières, qui rendent le corps asymétrique après la distorsion. Ces déformations ont été reproduites par M. Volterra à l'aide de modèles en caoutchouc. — **M. L. Bianchi** : Sur la déformation des paraboloides. — **M. S. Pincherle** : Sur les équations fonctionnelles linéaires. — **M. A. Venturi** donne les procédés et les résultats des déterminations de gravité relative, exécutées dans sept stations de la Sicile, en 1904. — **M. E. Levi** s'occupe des groupes transitifs de l'espace à n dimensions, et démontre un théorème général relatif à la forme des opérations de l'ordre maximum (> 4). — **M. G. Fubini** : Sur les couples de variétés géodésiquement applicables. — **M. A. Ferrari** : Sur la brisure des lignes parallèles aux courbes planes algébriques. — **M. C. A. Dell'Agnola** étudie quelques propriétés des fonctions entières transcendentes, comme limites de propriétés connues des polynômes. — **M. A. Del Re** : Les focales de Minding et leurs positions d'équilibre.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. A. Righi** décrit ses recherches sur la diminution de résistance dans les solides et liquides mauvais conducteurs de l'électricité (sulfure de carbone, benzène, etc.) par l'effet des rayons du radium ; cette augmentation de conductibilité est marquée dans les liquides, mais très petite dans les solides. — **M. A. Pochettino** informe l'Académie de ses nouvelles recherches sur la luminescence émise, sous l'action des rayons cathodiques, par quelques cristaux ; cette luminescence se trouve polarisée en partie dans une direction qui est en relation avec les axes de symétrie du cristal. **M. Pochettino étudie la valeur de cette polarisation pour la schéelite, la phosphénite, le zircon, l'apatite, le béryl, l'anatase, le diopside, la césurite, la baryte, le crysobéryl.** — **M. U. Grassi** apporte une contribution aux recherches de Rubens et Kohrausch, par l'étude, à l'aide d'une disposition particulière, de l'augmentation de conductibilité de l'eau sous l'action des émanations du radium.

— **M. G. A. Blanc**, étudiant et analysant les substances qui forment les sédiments des eaux thermales d'Echaillon et Salins-Montiers, est arrivé à des conclusions analogues à celles de Elster et Geitel, et de Hahn : c'est-à-dire que les phénomènes radioactifs du thorium sont dus à la présence de traces d'un élément très actif, que l'on n'a pu encore séparer du thorium à cause de l'analogie des caractères chimiques qu'il a avec ce dernier corps. — **MM. G. Ciamician** et **P. Silber** ont fait d'autres recherches sur les actions chimiques de la lumière, observant l'action des alcools de la série grasse sur le nitrobenzène et la façon dont se comporte le nitrobenzène avec les aldéhydes aromatiques. — **MM. J. Bellucci** et **E. Clavari**, au cours de leurs expériences, ont reconnu qu'on ne peut attribuer au nickel que deux types d'oxydes seulement : Ni O et Ni O². — **M. V. Castellana** a obtenu la transformation des pyrrols en dérivés du pyrazol ; et, avec la collaboration de **M. D'Angeli**, a étudié quelques diazoindols pour en déterminer la formule de structure. — **M. L. Mascarelli** s'occupe de quelques sels doubles formés par les dérivés iodiques avec les chlorures et bromures de mercure. — **MM. A. Angeli** et **G. Maragliano**, dans une note sur la nitration des amines, démontrent que la formation de l'acide nitrohydroxylaminique a lieu par nitration normale. — **MM. E. Mameli** et **E. Alagna** : Action du iode de magnésio-propyle sur le pipéronal. — **M. F. Angelico** : Sur les amino et diazopyrrols. — **M. C. Palazzo** décrit l'action de l'hydroxylamine sur l'éther diméthylpyrrolicarbonique ; avec la collaboration de **M. M. Salvo**, il s'occupe de l'action de l'hydroxylamine sur l'éther acétyl-malonique ; avec **M. Carapelle**, il étudie la même action sur l'éther diacétyl-malonique. — **MM. C. Palazzo** et **A. Caldarella** : Sur quelques dérivés azotés de l'acétyl-carbinol. — **M. E. Azzarello** : Action de l'hydroxylamine et de l' α -benzylhydroxylamine sur l'éther triméthylxycoméniq ; sur quelques cétones pyrazoliniques ; action du diazométhane sur l'éthylène et sur le diallyle.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. O. Mattirollo** transmet le résumé d'une étude qu'il vient de terminer sur les champignons souterrains du Portugal. — **MM. G. Tizzoni** et **A. Bongiovanni** informent l'Académie de la continuation de leurs recherches sur l'action, découverte par eux, des radiations du radium sur le virus rabique. Les radiations se montrent capables de transformer le virus en un vaccin efficace ; en les dirigeant sur l'œil d'un lapin auquel on a inoculé le virus rabique, elles empêchent la manifestation de la rage, convenablement appliquées, même trois jours après l'infection. Cette propriété antirabique du radium serait due principalement aux rayons β . Pour les expériences sur les lapins, on faisait usage d'un échantillon de radium de 100.000 radio-unités. — **M. A. Ferro** a fait des recherches pour déterminer la quantité d'eau qui se trouve dans l'heulandite de Montecchio Maggiore, et pour séparer l'eau d'imbibition de celle que l'on doit considérer comme eau de cristallisation ou de combinaison. — **M. A. Agazzotti** donne la description des expériences qu'il a exécutées sur un orang-outang renfermé sous une cloche où l'on raréfiait l'air en y faisant arriver de l'oxygène et de l'anhydride carbonique. Les nombreuses observations faites par l'auteur sur le singe, et répétées sur l'homme, démontrent que la respiration d'une suffisante quantité d'oxygène et d'anhydride carbonique mélangée à l'air fait disparaître les symptômes de malaise causés par la dépression, et en empêche la réapparition lorsque la dépression augmente. La présence de l'anhydride est nécessaire, et le conseil de **M. Mosso** aux aéronautes d'y recourir est entièrement justifié. Il suffit d'une quantité de 13 % de CO² avec 67 % de O² pour que l'homme puisse parvenir, sans souffrir, jusqu'à une hauteur de 14.500 mètres. — **MM. L. Tenchini** et **P. Cavatorti**, se basant sur le peu de connaissances que nous possédons sur l'anatomie normale de la glande thyroïdienne, ont fait une enquête qui montre que les variations morphologiques de la

thyroïde ont probablement une valeur qui dépend de la prédominance du goître dans certaines régions ; le développement de la thyroïde avec l'âge suit la marche d'une parabole, constante pour la forme dans les différents pays. L'ensemble de ces observations fait songer à une fonction plus ou moins énergique de la thyroïde dans les régions où le goître est plus ou moins développé. — **M. C. Gorini** donne des détails sur l'existence et sur la distribution des espèces de microorganismes dans le lait, caillé ou non, qui sert à la fabrication des fromages. — **M. B. Gosio** confirme, par de nouvelles expériences, les résultats obtenus en recourant aux tellurites et aux sélénites alcalins, pour reconnaître, par une réduction colorée de ces substances, si les microorganismes contenus dans un liquide sont encore vivants. La réaction la plus marquée est donnée par le tellurite potassique. Ce réactif peut recevoir de nombreuses et utiles applications, pour dévoiler la possibilité d'une contamination (par les germes de l'air, par exemple) et pour constater la stérilité des liquides que l'on emploie dans les injections hypodermiques. La petite quantité de tellurite qui suffit comme réactif en rend l'usage sans danger. — **M. L. Panichi** apporte une contribution expérimentale à la connaissance de l'hérédité dans l'infection pneumonique larvée ; il a reconnu, sur les lapins, que le père peut transmettre au fils, soit le germe de la maladie, soit un certain degré de résistance, et que le sang du fils ne possède pas le pouvoir d'agglutination. **M. Panichi** ajoute quelques notes sur la biologie du germe repris dans le sang du fils, et sur la virulence qu'il peut acquérir.

Dans les dernières élections, l'Académie des Lincei a nommé Associés étrangers **MM. Marcel Bertrand** et **Ph. Van Tieghem**, membres de l'Institut de France.

ERNESTO MANCINI.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Septembre 1903 (suite).

SCIENCES NATURELLES. — **M. W. Beyerinck** présente, au nom de **M. N. L. Sohngen** : *Le méthane comme nutrition carbonée (dépense de construction) et source d'énergie (dépense d'entretien) pour les bactéries*. Communication provisoire sur une série d'expériences faites au Laboratoire microbiologique de Delft. Le méthane, produit sans cesse en grandes quantités par les microbes, a dû être engendré en volume incalculable dès que la vie des plantes est devenue possible sur notre planète ; cependant, on ne le retrouve dans l'atmosphère qu'en traces à peine indicables. Ce gaz est si résistant aux influences chimiques qu'une disparition due à cette cause est très improbable. Comme, par l'oxydation du méthane en acide carbonique et en eau, une quantité importante d'énergie se dégage, on peut se demander s'il y a des organismes qui se sont adaptés à cette source d'énergie. D'abord, l'auteur a essayé de faire absorber ce gaz par des plantes aquatiques ; il a obtenu une absorption importante par : *Callitriche stagnalis*, *Potamogeton*, *Elodea canadensis*, *Batrachium*, *Hottonia palustris*, *Spirogyra*. Une des expériences avec l'*Hottonia palustris* a donné, par exemple, une absorption de 500 c. c. de méthane en quinze jours. Le laps de temps s'écoulant avant que l'absorption devint visible était très différent, même en diverses expériences avec la même espèce ; mais l'absorption, une fois commencée, continue avec une grande rapidité. Par l'observation de deux phénomènes suivants : 1^o par suite de minutieux lavages de la plante, le début de l'absorption se ralentissait au lieu de s'accélérer ; 2^o quelquefois, le liquide se couvrait d'une membrane muqueuse, — l'auteur fut porté à croire que l'oxydation n'était pas provoquée par les plantes elles-mêmes, mais par des microbes introduits avec elles. Pour étudier ce procédé de plus près, il fit construire un appareil de verre, permettant de poursuivre l'absorption quantitativement aussi bien que

qualitativement. Cet appareil se compose de deux vases réunis par un tube (fig. 1). Pour régler la pression dans le vase de culture A, ce tube porte dans sa partie horizontale un robinet B; l'autre vase contient de l'eau. Par le bouchon du vase A passe un petit tube à robinet C, contenant à son extrémité supérieure un tampon d'ouate. On remplit le vase A tout entier avec la solution suivante : Eau distillée 100, K^2HPO^4 0,05, AzH^4Cl 0,1, $MgAzH^4PO^3$ 0,05, $CaSO^4$ 0,01; on y ajoute une petite quantité d'humus infecté par quelques gouttes d'ichor ou d'eau de canal; ensuite, on introduit le méthane et l'oxygène par le petit tube C jusqu'à ce qu'il ne reste qu'un centimètre de liquide au fond du vase A, et on cultive à une température de 30 à 37° C. Après deux ou quatre jours, on aperçoit sur le liquide une membrane, qui s'épaissit rapidement. Le liquide, clair au début, commence à se troubler à cause des microbes, se nourrissant des corps morts de la membrane. De plus, un grand nombre d'infusoires, d'amides et de monades se montrent dans le liquide et dans la membrane. Si, après une semaine, on analyse le mélange des gaz, on trouve que le méthane a disparu tout à fait ou en partie, et qu'une quantité considérable d'acide carbonique s'est formée. La susdite membrane se compose

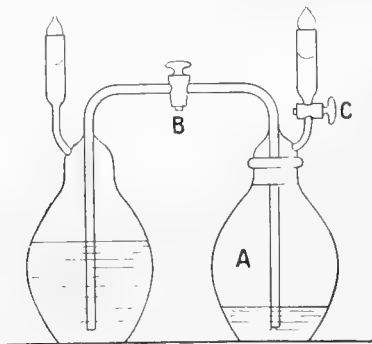


Fig. 1. — Appareil pour l'étude de l'absorption du méthane par les bactéries. — A, vase de culture; B, C, robinets.

principalement d'une seule espèce de microbes; dans toutes les expériences de l'auteur, la disparition du méthane lui est due. Ce microbe a la forme d'un petit bâton, court et gros, longueur 4 à 5 μ , diamètre 2 à 3 μ , qui se meut exclusivement dans les cultures nouvelles et ne porte qu'un cil unique. L'auteur le désigne par le nom de *Bacillus methanicus*; il se propose d'examiner de plus près si peut-être il y a plusieurs espèces de microbes ayant la faculté d'absorber le méthane, ce qui est bien probable, car des expériences provisoires ont déjà montré qu'on trouve dans l'eau de mer un microbe de propriétés tout à fait analogues. On isole le *Bacillus methanicus* de la manière la plus efficace en faisant des cultures sur gélose ne contenant que les sels inorganiques nécessaires, à une température de 30° C., dans une atmosphère composée d'un tiers de méthane et de deux tiers d'air. Une grande quantité du méthane introduit est consommée pour constituer les corps des microbes; une autre partie est oxydée en acide carbonique, ce qu'on peut constater par l'expérience suivante. L'analyse des gaz obtenus après quinze jours, 235 c. c. de CH^4 et 320,7 c. c. de O^2 ayant été introduits dans le vase A, donnait respectivement 78 et 172 c. c. de CO^2 et O^2 , et le CH^4 avait disparu entièrement. Pour démontrer que le liquide contenait une grande quantité de matière organique, l'auteur l'a oxydé avec du permanganate et de l'acide sulfurique; 100 c. c. du liquide en demandaient 48,3 de $KMnO^4$. L'auteur espère décrire bientôt des expériences plus approfondies. — M. C. Winckler présente, au nom de M. D. J. Hulshoff Pol : *Les centres de Bolk dans le cervelet des Mammifères*. D'après M. L. Bolk, il se trouve dans le *lobulus simplex* du cervelet

un centre coordinateur des mouvements du cou. Pour vérifier cette hypothèse, M. G. van Rynberk a extirpé, au Laboratoire du Professeur Lucciani, à Rome, chez un chien, la partie du cervelet qu'il soupçonna être le *lobulus simplex*. Tout le temps que l'animal a vécu après l'opération, il secouait la tête comme pour dire « non ». L'autopsie faite, le cervelet a été envoyé à M. Winkler, d'Amsterdam, qui l'a fait examiner, dans son laboratoire, par M. Hulshoff Pol. L'examen exact du spécimen a appris : 1° que le *lobulus simplex* est intact à la surface du cervelet; 2° que, dans la partie médiane droite, la lamelle postérieure du lobe antérieur a disparu à peu près totalement, tandis que du *lobulus simplex*, intact à sa surface, le rayon médullaire a été séparé du *nucleus medullaris* du cervelet; 3° que, dans la partie latérale droite, la lamelle postérieure du lobe antérieur et le *lobulus simplex* ont été détruits par l'opération. Ainsi, M. van Rynberk avait extirpé non seulement le *lobulus simplex* droit du cervelet, mais aussi la lamelle postérieure (le sublobule n° 4 de Bolk) du lobe antérieur du cervelet. — Ensuite M. Winkler présente, au nom de M. G. van Rynberk : *Les dessins sur la peau des Vertébrés en rapport avec la métamérie cutanée*. Dans les dernières années, plusieurs tentatives ont été faites afin de trouver la connexion entre la distribution des segments dans la peau et l'innervation segmentale du cutis. Ainsi les raies noires et blanches du zèbre, la ligne noire en croix du dos et des épaules de l'âne, les taches blanches de la peau des lapins noirs, etc., ont été étudiées en rapport avec l'innervation de la peau. L'auteur, en se basant sur les recherches détaillées sur la métamérie cutanée des chiens, exécutées ensemble avec M. Winkler (*Revue gén. des Sc.*, t. XII, p. 1152, t. XIV, p. 172, 403, t. XV, p. 51, 164), reprend l'étude de la pigmentation, déjà commencée chez les requins (*Scyllium Catulus* et *Scyllium Canicula*, voir le journal *Petrus Camper*, t. III, p. 137-173). Ici il ajoute — et voilà un point de vue nouveau et original — une nouvelle distinction à la distinction ordinaire entre « couleur fondamentale » et « dessin », en distinguant entre *contraste par excès* et *contraste par défaut*. Ainsi, il trouve que l'excès de pigmentation correspond aux maxima d'innervation, tels que Winkler et van Rynberk les ont démontrés dans les métamères cutanées. Dans le cas du zèbre, par exemple, les raies noires sont formées par contraste par excès, le maximum de pigment s'agglomérant dans les zones de sommation de l'innervation. Le contraste par défaut coïncide quelquefois avec les minima d'innervation. Parfois, il arrive qu'entre les segments pigmentés se trouvent quelques segments sans pigment (omission segmentaire); alors apparaissent les triangles blancs sur la peau à couleur fondamentale noire. Si le point de vue fondamental de l'auteur est correct, les types d'Eimer exigent une révision et une amplification. M. van Rynberk a déjà commencé ce nouveau travail. — M. Weber présente au nom de M. Sydney J. Hickson : *On a new species of Corallium from Timor* (Une nouvelle espèce de corail de l'île Timor). La nouvelle espèce a été nommée *Corallium reginae* en l'honneur de la reine des Pays-Bas. — M. K. Martin présente, au nom de M. Eug. Dubois : *La signification géographique et géologique du Hondsrug et l'examen des pierres erratiques de notre diluvium boréal*. Réfutation de quelques opinions de MM. F. J. P. van Calkar et H. G. Jonker. — Ensuite, M. Martin présente un mémoire de M. H. G. Jonker : *Contributions à la connaissance des pièces erratiques sédimentaires du Hondsrug*. 1. Le Hondsrug de la province de Groningue; 2. Pierres erratiques du Silurien supérieur; 3. Pierres erratiques de l'âge de la zone baltique orientale. Sont nommés rapporteurs : MM. Martin et J. M. van Bemmelen. P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Distances moyennes dans le système solaire. — Nous avons eu — à différentes reprises — l'occasion de critiquer les *moyennes* en Météorologie, ou du moins leur emploi exclusif, car, trop souvent, ces nombres n'ont aucune signification physique et les véritables précautions ne sont pas prises pour définir nettement les *nombres moyens*. Imaginons, par exemple, qu'il s'agisse de déterminer la température moyenne d'une journée : il serait absolument illogique de la définir comme la moyenne arithmétique entre le maximum et le minimum de température de la journée — ce qui se fait encore. Le maximum a pu ne durer que quelques instants et le minimum sévir plusieurs heures : aussi les observateurs météorologiques qui ne disposent pas d'appareils enregistreurs leur permettant d'effectuer le calcul de la température moyenne d'une façon rigoureuse, mais qui n'ont pour ressources que les indications des thermomètres à maxima et minima, prennent comme température moyenne celle qui divise l'intervalle des températures extrêmes dans un certain rapport constant, qui diffère généralement de l'unité (coefficient de Kempe).

Cela n'est encore qu'une approximation assez grossière, tandis que l'analyse définit avec précision ce qu'il faut entendre par valeur moyenne d'une fonction entre deux valeurs données de la variable, — valeur moyenne qui est fournie par une intégrale définie.

Or, en Astronomie, on emploie couramment l'expression de *distance moyenne* d'une planète au Soleil, et cette expression est généralement synonyme du demi grand axe : c'est la moyenne arithmétique entre la plus grande distance de la planète au Soleil $a(1+e)$, ou distance aphélie, et la plus petite $a(1-e)$, ou distance périhélie, a étant le demi grand axe et e l'excentricité de l'orbite. Un astronome amateur, M. H. Chrétien, souvent mentionné pour ses intéressantes recherches, a voulu combattre l'abus de cette dénomination et, à cet effet, il établit ce qu'il faut entendre par distance moyenne d'une planète au Soleil : il suffit, pour cela, de définir la variable par rapport à laquelle on entend calculer l'intégrale en question.

Les trois variables adoptées par H. Chrétien sont l'arc

d'orbite, l'anomalie vraie, et le temps : il en résulte trois valeurs différentes comme *distance moyenne*, à savoir a , $a\sqrt{1-e^2}$ (ou le petit axe b) et $a\left(1+\frac{e^2}{2}\right)$. Ces observations méritaient d'être mentionnées, car elles précisent et les expressions et les valeurs numériques propres aux différents emplois et aux applications : les nombres les plus utiles, pour le système solaire, sont les suivants :

PLANÈTES	a	$a\sqrt{1-e^2}$	$a\left(1+\frac{e^2}{2}\right)$
Mercure	0,387099	0,378828	0,395280
Vénus	0,723330	0,723313	0,723347
La Terre	1,000000	0,999861	1,000141
Mars	1,523678	1,517038	1,530305
Jupiter	5,202555	5,196496	5,208615
Saturne	9,534750	9,539720	9,569766
Uranus	19,217827	19,197180	19,238454
Neptune	30,108730	30,107755	30,109941

Détermination spectrographique de la parallaxe solaire. — Au moment où l'on termine les calculs relatifs à la parallaxe solaire à l'aide de la planète Eros, il ne sera pas sans intérêt de dire un mot d'une méthode employée par M. F. Küstner pour arriver à la même détermination.

M. F. Küstner a mesuré 16 raies sur chacun des 18 spectrogrammes d'Arcturus, obtenus pendant la période qui s'étend du 24 juin 1904 au 15 janvier 1905, à l'aide du spectrographe de Bonn.

Ces mesures lui ont permis de déduire la vitesse radiale de l'étoile par rapport au Soleil, soit : $4,83 \pm 0,27$ kilomètres pour l'époque 1904, 8, ainsi que la vitesse moyenne de la Terre : $29,617 \pm 0,057$ kilomètres, en adoptant la valeur de 299.865 ± 26 kilomètres par seconde pour la vitesse de la lumière dans le vide.

On sait, d'autre part, que, dans le calcul de la distance du Soleil à la Terre au moyen de la constante de l'aberration d'après la formule : $\tan \alpha = \frac{U}{V}$, α représentant la constante, U la vitesse de la Terre sur son orbite, et V la vitesse de la lumière, la valeur de U admise actuellement est, jusqu'à un certain point, assez hypothétique. On admet généralement qu'elle est égale

à 29,763 kilomètres par seconde, la parallaxe étant de 8",80.

Mais ces deux nombres variant proportionnellement, il s'ensuit qu'une valeur plus approchée de la quantité U doit changer le résultat final. Cette détermination faite soigneusement, M. Küstner arrive à la quantité $8",844 \pm 0",017$ pour la valeur de la parallaxe solaire au moyen de cette méthode nouvelle, ce qui ramènerait le Soleil à 148.700.000 kilomètres environ.

Mais, remarquons-le, la valeur de la méthode de M. Küstner repose alors entièrement sur la mesure des raies spectrographiques, et toute la question revient à savoir si cette mesure est susceptible d'une aussi grande exactitude.

Les premiers résultats obtenus à l'aide de la parallaxe d'Eros sembleraient faire croire que la détermination spectrographique est encore loin de donner avec précision la deuxième décimale du nombre qui indique la parallaxe du Soleil. La tentative n'en était cependant pas moins intéressante à signaler.

Les Bandes d'ombre pendant les éclipses totales. — Partout où l'éclipse totale a été observée avec succès, on a pu constater le phénomène connu sous le nom de *bandes d'ombre* et qui se présente habituellement un peu avant et un peu après la totalité sous forme de sinusoides sombres séparées par des intervalles clairs.

M. Zona, directeur de l'Observatoire de Palerme, dont la Mission était fixée à Sfax (Tunisie), vient de donner une explication assez plausible du phénomène.

Pour cet astronome, les bandes en question auraient une origine purement atmosphérique. Il a, en effet, plusieurs fois observé que les rayons lumineux projetés par une lumière très intense sur une muraille située à plusieurs kilomètres montrent exactement les mêmes bandes lumineuses et sombres qu'il a vues lui-même à Sfax le 30 août dernier.

La lumière de Vénus, projetée à travers une petite fenêtre sur la paroi opposée d'une chambre où il était assis, a reproduit le même aspect.

M. Zona pense donc que ces phénomènes tiennent à une même cause. Pendant l'éclipse, les vibrations atmosphériques qui expliquent l'agitation vue sur le limbe du Soleil lorsqu'on l'observe directement seraient la cause des bandes oscillantes qu'on remarque avant et après la totalité, alors que la Terre reste seulement éclairée par un mince croissant.

§ 2. — Mécanique

Recherches nouvelles sur l'aviation. — Les expériences de Langley, en Amérique, et de Marey, en France, ont démontré qu'un grand oiseau, volant contre le vent, les ailes tendues, immobiles, parallèles à l'horizon, peut soutenir dans l'air, pour une surface donnée d'ailes, un poids de beaucoup supérieur à celui que soutient un aéroplane avec ailes de même superficie. Elles ont montré aussi que l'oiseau, sans effort apparent, sans altérer le parallélisme de ses ailes avec l'horizon, sans plonger, vainc la force du vent, alors qu'un aéroplane ne peut fournir le même résultat que s'il est pourvu d'un moteur mécanique relativement très puissant. Ces faits paraissent en contradiction avec les données de la Physique; il n'en est rien, cependant, comme vient de le démontrer récemment M. A. Bertelli, de Brescia, par des expériences des plus intéressantes. Il a notamment constaté des réactions tout à fait paradoxales produites par les courants d'air sur les surfaces concavo-convexes et paraboliques que constituent les ailes des oiseaux.

Les expériences et les appareils dont M. Bertelli s'est servi sont si simples que chacun peut les répéter. L'appareil consiste en une feuille légère de bristol de 10×8 centimètres, courbée, et tournant par une de ses extrémités droites, librement, autour d'une aiguille

à tricoter. La surface du bristol est plan-convexe ou parabolique comme l'aile de l'oiseau.

On place l'appareil ainsi constitué sur une table, qu'il touche par ses bords droits. En soufflant tangentielle-ment, au moyen d'un petit tube, sur la face convexe, on constate un phénomène étonnant : le bristol est attiré vers l'orifice du tube (fig. 1). Il se produit un véritable

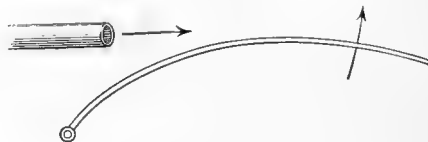
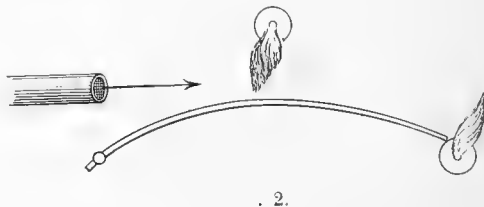


Fig. 1.

effet d'aspiration. L'effet est plus sensible si l'on dispose l'appareil en banderole, c'est-à-dire si l'on fixe l'aiguille verticalement de façon qu'elle constitue la hampe et le bristol la banderole. On peut alors souffler sans tube.

La façon dont le courant d'air se dirige dans cette expérience peut être mise en lumière au moyen d'une bougie (fig. 2). En soufflant comme il vient d'être dit,



2.

M. Bertelli a constaté qu'au milieu de l'aile, la flamme de la bougie est attirée vers le bristol, tandis qu'à l'extrémité opposée à celle où l'on souffle, elle tend à s'éloigner. Au milieu, il y a donc un courant d'air qui se dirige vers l'aile, tandis qu'à l'extrémité il y en a un qui s'en éloigne.

Mais, au lieu de souffler tangentielle-ment à la partie convexe, on peut souffler sur la courbure voisine du point d'attache de l'aile. Dans ce cas, des courants d'air se produisent sous l'aile et, nouveau fait paradoxal, se dirigent vers le point d'où l'on souffle, tendant, par

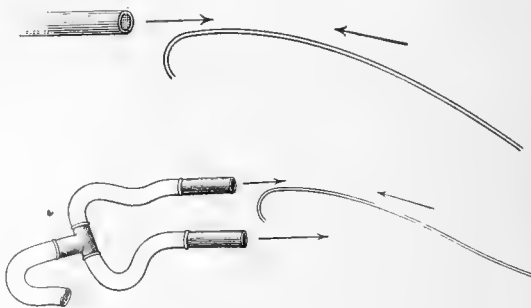


Fig. 3.

conséquent, à soutenir l'aile et, par suite, l'oiseau (fig. 3).

Telles sont les expériences et les appareils dans leur forme la plus simple, la plus grossière. Elles ne pourraient entraîner l'évidence complète si elles n'avaient été confirmées pleinement dans leurs résultats par des expériences faites avec précision, au moyen d'appareils ne laissant aucune place à l'erreur.

Par ces expériences, M. Bertelli croit pouvoir expliquer la façon dont se comporte l'aile de l'oiseau, puisque l'oiseau a une double surface de soutien, une au-dessous de l'aile, l'autre au-dessus. Ainsi s'expli-

querait aussi la facilité que possède l'oiseau de vaincre la résistance du vent, et la résistance moindre que présentent aux courants d'air les corps à tête sphéroïdale et à queue conique comparativement aux corps à tête conique.

§ 3. — Physique

Dilatation et température de fusion des métaux. — Une Note publiée récemment dans les *Annalen der Physik*, par M. de Panayef, appelle l'attention sur une curieuse relation, enseignée par la statistique, entre les températures de fusion des métaux et leur coefficient de dilatation. Les métaux purs peuvent, en effet, être rangés sur une courbe dont les abscisses sont les températures de fusion, les ordonnées les dilatations, et dont l'aspect est très analogue à celui d'une hyperbole équilatère. L'auteur se borne à cette constatation. Mais, en y regardant de près, on peut pousser un peu plus loin les conclusions. Si, au lieu de considérer les températures de fusion dans le système centigrade ordinaire, on les compte à partir du zéro absolu, on peut établir que le produit de la température de fusion par le coefficient de dilatation est une constante, approximativement égale à 0,02; en d'autres termes, les métaux entrent en fusion lorsque, à partir du zéro absolu, la distance moyenne de leurs molécules a éprouvé une augmentation de 2 %.

Cette loi, qui semble être suivie au moins aussi bien que celle de Dulong et Petit, est intéressante, mais elle n'est pas nouvelle. Lorsque, en 1885, je commençai à m'occuper de mesures de dilatation, elle m'avait frappé, également comme une loi statistique, et je n'avais attendu, pour la publier, que de pouvoir compléter les données numériques dont je disposais alors par des valeurs plus certaines, comme aussi de rechercher s'il ne serait pas possible d'étendre la loi aux déformations mécaniques. Il serait très curieux, en effet, de voir les métaux perdre leur cohésion lorsque la distance moyenne de leurs molécules a été accrue soit par l'effet de la température, soit par l'effet d'une force, de la même quantité. Cette recherche fut peu fructueuse et donna des résultats très incertains, en raison de la déformation avec striction qui précède presque toujours la rupture des métaux. Tout au plus cette idée se vérifie-t-elle approximativement pour certains aciers à rupture brusque sans déformation non élastique préalable.

Sur ces entrefaites, et tandis que je continuais à rassembler des données pour une publication, je trouvai, sur cette question, une Note publiée bien antérieurement par M. Raoul Pictet dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*¹, et dans laquelle il fonde sur l'idée que « les lois de l'attraction de la matière pour la matière sont absolument générales et universelles » les deux corollaires suivants :

1° Plus le point de fusion d'un solide est élevé, plus les oscillations moléculaires doivent être courtes;

2° Les températures de fusion des solides correspondant à des longueurs d'oscillation égales, le produit des longueurs d'oscillation par les températures de fusion doit être un nombre constant pour tous les solides.

Les conclusions de M. Pictet sont certainement trop vastes. Mais, réduites aux métaux, elles sont en bon accord avec l'expérience, comme il le montre dans sa Note par un certain nombre d'exemples allant du plomb au platine, avec adjonction du sélénium comme métalloïde.

La même loi a été retrouvée beaucoup plus tard par M. Lémeray, et présentée également à l'Académie des Sciences le 31 décembre 1900. M. Lémeray est parti, comme M. Pictet, de considérations théoriques dont il réserve l'indication à une publication ultérieure, et se borne à énoncer, sous une forme très claire, et avec une entente parfaite des conditions métrologiques du

problème statistique, le fait sous la forme que j'ai précédemment indiquée.

La loi dont nous nous occupons a donc été publiée au moins trois fois, ce qui montre qu'elle est très peu connue; elle est cependant importante, et probablement plus exactement suivie que la loi de Dulong et Petit.

On connut, dès le début, de notables exceptions à cette dernière loi. Le bore, le silicium, le carbone donnent, à la température ordinaire, des produits de beaucoup inférieurs à ceux que fournissent la majorité des éléments. Mais la variation de la chaleur spécifique de ces corps en fonction de la température est rapide, et le produit se rapproche de sa valeur normale à mesure qu'on élève la température à laquelle on prend la chaleur spécifique.

Les exceptions ont pu être ainsi supprimées par une extension des anciennes expériences; mais les ressources nouvelles que nous ont fournies les gaz liquéfiés les ont fait reparaître aux basses températures. La chaleur spécifique d'un grand nombre de corps diminue rapidement, en effet, lorsqu'on les refroidit. Pour certains corps, on a déjà atteint une région de températures auxquelles la chaleur spécifique est inférieure au dixième de ce qu'elle est à la température ordinaire. Et, comme le coefficient de variation diffère d'un corps à l'autre, il en résulte de fortes inégalités des produits caractéristiques de la loi de Dulong et Petit, qui se présente dès lors comme une loi exacte seulement dans un certain domaine de température.

Quant à la loi dont nous nous occupons, et qu'il est naturel de nommer *loi de Pictet*, à moins qu'on n'en trouve l'indication nette avant l'année 1879, il est nécessaire, si l'on veut la vérifier par la statistique, d'établir la véritable valeur de la dilatation, par des mesures faites sur un intervalle de températures très étendu, et d'extrapoler le moins possible jusqu'au zéro absolu d'une part, et jusqu'à la température de fusion de l'autre côté. Il ne suffit pas, en effet, de multiplier la température absolue de fusion par la dilatation moyenne aux températures ordinaires, car le terme quadratique de la formule parabolique modifie notablement la valeur de la dilatation sur un intervalle de quelques centaines de degrés. Pour beaucoup de métaux, il est vrai, et notamment pour les plus réfractaires, le deuxième coefficient est petit et varie dans le même sens que le premier. Pour d'autres, au contraire, il est relativement notable, de telle sorte que les rapports des dilatabilités dans les diverses régions de l'échelle des températures diffèrent sensiblement entre eux. C'est ainsi que la dilatabilité du fer, qui, aux températures ordinaires, est approximativement les 5/4 de celle du platine, est presque double à 800°. Puis il se produit, dans la dilatation du fer, un brusque recul, correspondant à sa transformation en un autre système cristallin. L'extrapolation partant de températures peu élevées ne signifierait donc pas grand-chose pour le fer, et c'est seulement en poussant les mesures jusqu'au delà de 1.000° qu'on pourrait trouver les données susceptibles de vérifier la loi de Pictet. C'est donc seulement par des expériences nouvelles et conduites le plus loin possible qu'on pourra déterminer dans quelles limites varie le produit que cette loi établit comme constant.

Il est entendu aussi que, si l'on cherche à étendre la loi à des composés, on devra seulement s'occuper des fusions véritables et non des diminutions graduelles de la viscosité, telles qu'elles se produisent dans les corps amorphes, et notamment dans les verres. Le quartz vitreux, dont la dilatation est presque nulle, semblerait, par exemple, constituer une notable exception à la loi. Mais il en est exclu d'avance, puisqu'il passe de l'état parfaitement élastique à l'état parfaitement fluide sans subir aucune transformation.

Il m'a semblé utile d'attirer, dans ce qui précède, l'attention sur la loi de Pictet, très utile comme règle mnémonique, si même elle n'a pas une signification plus profonde, d'une part dans l'idée qu'en répandant la connaissance on pourra éviter qu'elle soit redécou-

¹ T. LXXXVIII, p. 836, 28 avril 1879.

verte périodiquement, et aussi dans l'espoir que sa vérification expérimentale tentera prochainement un physicien qui trouverait le loisir de consacrer un an ou deux à son examen complet.

Ch.-Ed. Guillaume,
*Directeur-adjoint au Bureau international
 des Poids et Mesures.*

Conductivité électrique et pouvoir de réflexion du carbone. — Le Professeur E. Aschkinass, faisant, il y a quelque temps, des observations sur le pouvoir réflecteur de fragments de charbon polis, trouvait, même dans le cas de longueurs d'ondes modérées, des valeurs d'une grandeur remarquable. L'auteur, en vue de vérifier la relation simple entre la conductivité électrique et le pouvoir de réflexion des métaux par rapport aux rayons infra-rouges, trouvée entre temps par MM. Hagen et Rubens, vient de reprendre ces expériences, dont il publie le compte rendu dans le n° 42 des *Annalen der Physik*.

Ses observations font voir que le pouvoir de réflexion du carbone, à peu près dans l'ensemble du spectre, est déterminé presque exclusivement par sa conductivité électrique. Elles démontrent, en outre, que le carbone conducteur ne présente, dans l'infra-rouge, pas la moindre analogie avec ce qu'on est convenu d'appeler un corps « noir » ou même gris. Ce fait n'est pas sans importance pour l'économie de certaines sources de lumière. Dans les flammes d'éclairage, la réflexion ne joue pas, il est vrai, de rôle appréciable, le carbone s'y trouvant à un état de distribution extrêmement fine. Mais le cas des arcs à flamme et surtout celui des lampes à incandescence à filament de carbone doivent, par contre, être considérés à part, la réflexion y jouant sans doute un rôle important.

L'auteur a fait voir récemment que les lois de l'émission calorifique des métaux nus sont déterminées essentiellement par leur conductivité électrique, les métaux se rapprochant, par exemple, de plus en plus du corps noir dans le spectre infra-rouge à mesure que la température s'accroît, pourvu que la résistance augmente avec la température. Or, on sait que la résistance du carbone diminue à mesure que la température monte. La réflexion devient, par conséquent, de plus en plus intense à mesure que la température s'accroît, en tant qu'elle dépend de la conductivité; aussi l'économie d'une source de lumière à charbon réflecteur doit très probablement s'accroître à mesure que la température monte, dans des proportions même plus rapides que celles d'un corps absolument noir.

§ 4. — Électricité industrielle

L'emploi des ondes hertziennes pour le réglage des horloges étalons. — On a proposé récemment d'utiliser les ondes électriques pour le réglage des horloges étalons de Paris. Aussi, on lira avec intérêt les détails suivants¹ au sujet d'un service analogue qu'on aurait l'intention d'installer à Vienne.

Bon nombre de villes, comme on le sait, possèdent un service d'horloges, commandées toutes d'une même station centrale par des courants électriques. Ces systèmes ne se prêtent qu'à l'emploi exclusif de courants soit de pile, soit alternatifs, ce qui constitue un inconvénient fort sérieux, puisqu'on doit recourir à une source de courant spéciale. Ce désavantage, M. Morawetz, horloger de la Cour, à Vienne, s'est proposé de l'éliminer au moyen du pendule électrique qu'il a inventé il y a quelques années. Dans ce pendule, l'action combinée de quelques contacts inoxydables et d'un mécanisme spécial constitue une horloge électrique qu'on actionne facilement au moyen des courants directement empruntés au réseau de lumière. M. Morawetz, qui d'abord avait eu l'intention d'utiliser une horloge centrale de ce genre pour la commande

simultanée d'un système urbain d'horloges secondaires, ne tarda pas à comprendre les difficultés que présenteraient la pose dispendieuse d'un réseau de câbles et les perturbations entraînées par tous les travaux de terrassement, abstraction faite des effets d'induction produits par les câbles de lumière ou de force électriques posés à proximité.

Or, les récents progrès de la télégraphie sans fil sont venus bien à propos pour éliminer les difficultés précitées, et l'inventeur, en collaboration avec le Professeur Reithoffer, vient de réaliser, au moyen des ondes électriques, le système de commande électrique des horloges qu'il se proposait d'établir.

Une station centrale, érigée en un point quelconque de la ville, renferme les dispositifs électriques et chronométriques. Les premiers comprennent essentiellement une bobine Rhumkorff engendrant des ondes électriques et dont l'une des bornes est reliée avec le sol et l'autre avec une antenne de 25 mètres de hauteur. La partie chronométrique de l'appareil consiste en un pendule électrique oscillant librement, et maintenu automatiquement en oscillations permanentes par le courant électrique, de concert avec un dispositif de contact électrique remplaçant le mouvement d'une horloge ordinaire.

Le pendule et la bobine Rhumkorff sont disposés dans des circuits indépendants l'un de l'autre. Le pendule sert à ouvrir et à fermer alternativement le circuit actionnant le générateur d'ondes hertziennes, faisant fonction de relais par rapport à ce dernier; les interruptions se succèdent à des intervalles d'une minute. La durée totale d'un contact est d'environ un dixième de seconde, et n'entraîne qu'une consommation minimale d'énergie électrique. C'est ainsi que le dispositif transmetteur émet toutes les minutes un train d'ondes électriques d'une longueur déterminée.

L'autre partie du système est constituée par les sous-stations. Chacune de ces dernières comprend une antenne réceptrice, d'un point de laquelle un fil est conduit à travers deux appareils. L'un de ces derniers est une espèce de relais, tandis que l'autre est destiné à compenser l'influence d'ondes étrangères, aussi bien que toute perturbation résultant d'influences atmosphériques. A ces sous-stations sont reliées, par des fils, les horloges secondaires en nombre quelconque et qui sont arrangées par groupes. Les horloges secondaires sont connectées au réseau de lumière électrique de l'abonné; elles sont commandées par le relais de la sous-station. Les impulsions de courant (ondes électriques) émises à chaque minute de la station centrale, après avoir été reçues par les antennes réceptrices, sont amenées à l'appareil de la sous-station, où elles déclenchent les relais, qui, à leur tour, en interrompant les circuits des horloges secondaires, font avancer de 1 minute l'aiguille de chacune d'elles.

Comme les horloges sont actionnées par l'énergie de courants électriques et non pas par la puissance d'un ressort, point n'est besoin de les remonter. Toute perturbation qui se produirait ne saurait se faire sentir que sur un groupe limité d'horloges, chaque groupe de 10-15 ayant un contact spécial dans la sous-station. D'autre part, la moindre perturbation ne tarderait pas à être remarquée dans la station centrale.

Les régulateurs électriques à faible inertie et à vibration. — Les régulateurs électriques primitivement employés aux Etats-Unis ont été abandonnés pour un régulateur de principe nouveau, qui paraît être en très grande faveur.

Ce principe a pour effet d'éliminer l'influence de l'inertie, très préjudiciable, aussi qu'on le sait, à l'efficacité des régulateurs. Au lieu de comporter des masses appréciables soumises à l'action régulatrice ou aux réactions en jeu, ce régulateur est composé d'une armature vibrante d'une extrême légèreté, qui met en circuit ou hors circuit, un grand nombre de fois par minute, une résistance de réglage supérieure à la résis-

¹ *Technische Rundschau*, 4 octobre 1905.

tance dont l'insertion permanente effectuerait la même régulation. On agit, en quelque sorte, sur le facteur temps autant que sur le facteur résistance, et c'est par la durée des contacts ou des interruptions qu'on arrive au résultat voulu. L'appareil fonctionne également bien sur courant continu et sur courant alternatif. Dans ce dernier cas, il effectue le réglage sur l'excitation de l'excitatrice, et non sur l'alternateur lui-même, en provoquant, au moyen d'un relais, la fermeture ou l'ouverture d'un circuit peu résistant, monté en dérivation sur le rhéostat d'excitation.

Le relais a deux enroulements antagonistes, l'un relié aux balais de l'excitatrice, l'autre à un contact mobile obéissant à un électro-aimant à courant continu, alimenté par l'excitatrice, ou à l'électro-aimant de réglage lui-même, alimenté par un circuit à courant alternatif. Si l'on veut, par exemple, compoüder le circuit, cet électro-aimant à courant alternatif porte un enroulement shunt alimenté par le secondaire du transformateur et un enroulement série alimenté par un petit transformateur série. Quand la charge augmente sur le réseau et en provoque la chute de tension, l'électro à courant alternatif fait fonctionner le relais et provoque la mise en court circuit du rhéostat. Il s'ensuit une réaction immédiate sur la tension de l'excitatrice, qui se met à croître et à augmenter l'excitation de l'électro à courant continu; celui-ci fait agir un relais en sens inverse et coupe la dérivation établie sur le rhéostat.

§ 5. — Chimie biologique

Le chromogène scatolique de l'urine et le pigment qui en dérive. — En rendant compte,

l'année dernière, du travail de M. Maillard¹ sur l'indoxyle urinaire et les couleurs qui en dérivent, la *Revue*² s'exprimait ainsi qu'il suit : « Voici un travail qui marque un progrès considérable dans l'étude des matières colorantes de l'urine, non seulement parce qu'il apporte des faits nouveaux, mais encore parce qu'il explique, classe ou élimine définitivement un nombre énorme d'observations antérieures. » On pourrait porter à peu près le même jugement sur un travail récent de MM. Porcher et Hervieux³, relatif à une question qui côtoie constamment celle de l'indoxyle urinaire : c'est le problème du chromogène scatolique et du « rouge de scatol » qui en dérive.

Rappelons d'abord que M. Maillard a étudié méthodiquement un groupe nettement délimité de couleurs urinaires, qu'il appelle les *couleurs chloroformiques*. On sait que l'urine, traitée par son volume d'acide chlorhydrique et un oxydant, abandonne au chloroforme deux matières colorantes : une bleue, l'indigotine, et une rouge, l'indirubine, dérivées toutes deux de l'indol que l'urine contient sous la forme de composés indoxyliques. Le groupe empirique des couleurs chloroformiques se trouve donc correspondre au groupe chimique des couleurs indoxyliques. De plus, M. Maillard a montré qu'un grand nombre de matières colorantes bleues ou rouges signalées dans l'urine, — urocyanine, uroglaucine, urocyanoïde, etc., et urrhodine, urorubine, acide uro-érythrique, etc., — se confondent respectivement avec l'indigotine et l'indirubine. On va voir qu'un classement analogue est en train de se faire par le fait du travail de MM. Porcher et Hervieux.

Il y a longtemps que l'on parle d'un rouge de scatol. L'urine éliminée après ingestion ou injection sous-cutanée de scatol devient rouge, lorsqu'on la traite par l'acide chlorhydrique. Mais, comme ces urines con-

tenaient en même temps de l'indoxyle (et que l'air suffit comme agent oxydant), on pouvait se demander si ce rouge n'était pas simplement de l'indirubine. D'autre part, une transformation du scatol ingéré en indol par perte d'un groupe méthyle apparaissait comme très vraisemblable. Le rouge de scatol que l'on peut faire apparaître dans les urines normales, et mieux encore dans les urines après ingestion de scatol, semblait donc n'être autre chose que l'indirubine, c'est-à-dire un pigment d'origine indoxylrique. C'est la conclusion à laquelle s'était arrêté incidemment M. Maillard dans son travail sur l'indoxyle urinaire.

MM. Porcher et Hervieux ont établi d'abord l'existence d'un rouge de scatol dans des conditions qui excluent pour ce pigment toute possibilité d'une origine indoxylrique. Ils ont opéré sur des chiens purgés et soumis pendant au moins quinze jours au régime lacté absolu ou à celui de la soupe au pain. On peut également se servir de jeunes animaux, chiens ou chevreaux, nourris au lait avec le biberon depuis leur naissance. Dans ces conditions, l'urine ne contient plus que des traces tout à fait insignifiantes de composés indoxyliques. Si à de tels animaux on fait absorber du scatol par la peau ou *per os*, on constate que leur urine, traitée par son volume d'acide chlorhydrique, devient rouge. Ce rouge de scatol est donc nécessairement différent de l'indirubine, dont il s'éloigne, d'ailleurs, par d'autres caractères. En effet, ce pigment apparaît *immédiatement* au contact de l'acide chlorhydrique, tandis que l'indirubine se forme lentement, toujours en même temps que l'indigotine, vis-à-vis de laquelle elle apparaît comme un produit accessoire dans la production des couleurs indoxyliques. De plus, le rouge de scatol est insoluble dans l'éther ordinaire et dans le chloroforme, ce qui le sépare nettement des couleurs indoxyliques, en particulier de l'indirubine, soluble à la fois dans ces deux solvants. Enfin, le rouge scatolique passe intégralement et rapidement, après quelques agitations douces, dans l'alcool amylique.

Lorsque l'urine, traitée par l'acide chlorhydrique et devenue rouge, est abandonnée à elle-même, elle se trouble peu à peu et laisse déposer le rouge scatolique en flocons rouge foncé que l'on peut isoler et purifier. En solution dans l'alcool amylique, il présente un spectre caractérisé par une bande d'absorption située à droite de D.

Ce chromogène scatolique se trouve dans l'urine normale, à côté des composés indoxyliques, chez l'homme, le chien, le cheval et chez les ruminants, et MM. Porcher et Hervieux ont étudié avec soin la manière de séparer le rouge scatolique du bleu et du rouge d'indigo.

Enfin, revenant sur les travaux de leurs prédécesseurs, MM. Porcher et Hervieux montrent que le rouge scatolique se confond avec l'uroroséine de Nencki et Sieber, et très vraisemblablement aussi avec l'uro-érythrine de Simon, le pigment de Giacosa, la purpurine de Golding Bird, l'uromélamine de Plosz, et les pigments décrits par Brieger, Mester, Otto, Rössler et Grosser. Du moins peut-on affirmer, en se reportant aux modes opératoires décrits par ces auteurs, qu'ils ont eu en main du rouge scatolique, mais le plus souvent très impur, mélangé d'indirubine, de pigments ferrugineux et autres.

On sépare donc aujourd'hui nettement deux groupes de chromogènes urinaires avec les pigments qui en dérivent : les pigments indoxyliques, indirubine et indigotine, et le pigment scatolique ou rouge de scatol, l'indol et le scatol, qui sont respectivement les générateurs de ces pigments, prenant naissance, comme on sait, au cours de l'hydrolyse pancréatique et putréfactive des matières albuminoïdes dans l'intestin grêle.

Quant à la nature du chromogène scatolique, elle reste à déterminer. M. Maillard a donné les raisons théoriques qui empêchent de considérer ce corps comme un dérivé scatolique, ainsi qu'on l'avait fait par simple analogie avec les dérivés indoxyliques.

¹ Un vol. in-8° de 118 pages. Schleicher frères, éditeurs. Paris, 1904.

² Voyez la *Revue générale des Sciences* du 15 octobre 1904, p. 911.

³ PORCHER et HERVIEUX : *Journ. de Physiol. et de Pathol. gén.*, t. VII, p. 785-796 et 812-819; 1905.

§ 6. — Zoologie

Relation entre les chromosomes du noyau et la détermination du sexe chez les Insectes. — Des recherches récentes¹, portant sur divers Hémiptères, ont montré qu'il y a une relation très inattendue entre la quantité de substances chromatiques du noyau et le sexe. Chez certaines espèces (*Protenor bellifragi*, *Anasa tristis* et *Alydus pilosulus*), les spermatozoïdes présentent deux types différents : l'un contient un chromosome de plus que l'autre; le chromosome supplémentaire est appelé *accessoire* ou *hétérotropique*.

D'autre part, si l'on étudie les cellules somatiques dans les deux sexes, on constate que celles des femelles ont dans leurs noyaux un chromosome de plus que celles des mâles; les nombres réels pour les *Protenor* et les *Alydus* sont respectivement 14 (♀) et 13 (♂), et pour les *Anasa* 22 (♀) et 21 (♂). Naturellement, chez les femelles, les chromosomes sont arrangés deux par deux, par paires régulières, et, lors de la formation des cellules sexuelles, lorsqu'il y a réduction numérique, tous les œufs reçoivent pareillement $\frac{n}{2}$ chromosomes,

soit 7 chez les *Protenor* et *Alydus*, 11 chez les *Anasa*. Chez les mâles, les chromosomes des cellules somatiques sont arrangés aussi par paires, à l'exception d'un (l'accessoire) qui est seul, sans symétrique; comme il est solitaire, lors de la formation des cellules sexuelles, il ne passe que dans la moitié des spermatozoïdes, de sorte que ceux-ci ont tantôt $\frac{n}{2}$ chromosomes (7 et 11), tantôt $\frac{n}{2} - 1$ (soit 6 chez les *Protenor* et *Alydus*, et 10 chez les *Anasa*).

Lorsque la fécondation se produit, il y a par conséquent deux combinaisons possibles (car il est tout à fait probable que l'une et l'autre sortes de spermatozoïdes sont également viables) :

$$\text{Oeuf } \frac{n}{2} + \text{spermatozoïde } \frac{n}{2} = n,$$

$$\text{Oeuf } \frac{n}{2} + \text{spermatozoïde } \frac{n}{2} - 1 = n - 1.$$

Or, nous savons, de par l'étude des cellules somatiques, que le premier nombre est celui que présentent les femelles; le second, celui des mâles.

Les faits précédents paraissent prouver qu'il y a une corrélation causale entre le nombre des chromosomes et le déterminisme sexuel; le sexe est donc déterminé au moment même de la fécondation, conclusion qui s'accorde singulièrement avec les résultats de Cuénot, qui avait déduit de ses expériences que le sexe est très vraisemblablement déterminé au plus tard au moment de la fécondation.

Il est assez difficile, actuellement, de préciser la nature de cette corrélation causale : le chromosome accessoire est-il un déterminant femelle, c'est-à-dire a-t-il une valeur chimique particulière, autre que celle des autres chromosomes, de telle sorte que son entrée dans un noyau d'œuf oriente la cellule, et par suite l'organisme futur, dans le sens femelle? Ou bien, la différence sexuelle s'établit-elle simplement parce qu'il y a une inégalité quantitative de chromatine dans les deux combinaisons possibles? La seconde hypothèse a cela de plus satisfaisant qu'elle permettrait de présenter une théorie générale de la détermination du sexe, en accord avec le cas très particulier des Hémiptères.

§ 7. — Physiologie

Modifications de la coagulabilité du sang consécutives à la destruction expérimentale du foie. — On sait, par les recherches aujourd'hui classiques de nombreux physiologistes, que le foie joue un rôle essentiel dans la production de l'incoagulabilité du sang déterminée chez le chien par des injections intra-veineuses de protéoses, d'extraits de sangsues, d'extraits d'organes animaux, etc.; c'est lui qui, sous l'influence de la substance injectée et par un mécanisme qui n'a pas encore été dévoilé, produit la substance anticoagulante des sangs protéosés, etc. M. le Professeur Maurice Doyon apporte une contribution importante à l'étude des relations du foie et de la coagulabilité du sang dans un Mémoire récemment paru dans le *Journal de Physiologie et de Pathologie générale* (T. VII, n° 4, p. 639); il établit que l'ablation du foie ou les lésions expérimentales graves de cet organe déterminent l'incoagulabilité du sang et la disparition du fibrinogène du plasma sanguin.

M. Doyon réalise l'ablation du foie de la façon suivante : il pose une solide ligature à la base de chaque lobe du foie du chien, puis excise ces lobes; il relie ensuite rapidement la veine porte soit à une veine sus-hépatique, soit à la veine cave au moyen de canules de verre unies par un tube de caoutchouc; dans les cas les plus favorables, la survie ne dépasse pas une heure, c'est-à-dire que les animaux ainsi opérés ne peuvent fournir que des indications préliminaires.

Bien meilleurs sont les résultats fournis par les animaux chez lesquels ont été provoquées des lésions hépatiques. M. Doyon provoque ces lésions soit au moyen de chloroforme, soit au moyen de phosphore, soit au moyen de sérum hépato-toxique.

Il fait pénétrer dans l'estomac du chien, au moyen d'une sonde œsophagienne, 2 grammes de chloroforme par kilogramme d'animal, ce chloroforme étant mélangé à 3 volumes d'huile pour éviter une action irritante directe sur les muqueuses gastrique et intestinale. Il fait pénétrer le phosphore dans l'estomac au moyen de la sonde œsophagienne, sous forme d'huile phosphorée à 1 %, les chiens recevant 1 à 2 centimètres cubes de cette huile par jour, tous les jours, jusqu'à la mort, qui survient du quatrième au dixième jour.

Enfin, il injecte au chien du sérum hépato-toxique préparé suivant la méthode proposée par Delezenne, en injectant à plusieurs reprises de la bouillie hépatique de chien dans la cavité péritonéale d'un canard et recueillant le sérum de ce dernier.

Sous l'influence de ces trois agents, chloroforme, phosphore, sérum hépato-toxique, le foie de l'animal injecté présente des altérations profondes macroscopiques et microscopiques.

Le sang des chiens ainsi préparés est remarquable par son incoagulabilité ou par sa faible coagulabilité : ou bien il reste absolument liquide, ou bien il présente une amorce de caillot se produisant tardivement et disparaissant par agitation légère pour ne plus se reproduire.

Un sang incoagulable ou faiblement coagulable doit cette propriété soit à l'absence ou à la pénurie du fibriniférent, soit à la présence d'une substance antagoniste du fibriniférent, soit à l'absence de la substance génératrice de la fibrine, le fibrinogène.

Les divers agents anticoagulants antérieurement étudiés déterminent l'incoagulabilité par l'un des deux premiers mécanismes; les lésions hépatiques provoquées par M. Doyon agissent par le dernier mécanisme. Les dosages du fibrinogène, faits par lui dans le sang incoagulable de ses animaux, ont démontré la diminution considérable ou la disparition complète de cette substance protéique. Comme il ne trouve dans aucune partie de l'appareil circulatoire de dépôts fibrineux, M. Doyon tire de ses expériences cette conclusion que le foie normal est, chez l'animal normal, l'organe producteur du fibrinogène, et que cette substance, cons-

¹ E. B. Wilson : The chromosomes in relation to the determination of sex in Insects (*Science*, vol. XXII, 1903, p. 500).

tamment engendrée par le foie, est constamment détruite dans l'organisme. Où, comment, pour quel usage, nous n'en savons actuellement absolument rien.

Il y a encore, dans ce remarquable Mémoire, des faits fort intéressants. Les chiens soumis à l'intoxication subaiguë par le chloroforme ou par le phosphore, telle que la pratique M. Doyon, présentent une tendance très accusée aux hémorragies : l'application du mors, destiné à faciliter l'introduction de la sonde œsophagienne, suffit à déterminer un saignement continu des lèvres et des gencives; les sujets en expérience présentent ordinairement de la diarrhée sanguinolente; enfin, on peut noter, surtout chez les animaux intoxiqués par le phosphore, des hémorragies multiples, méésentériques, gastriques, pancréatiques, thymiques, etc. Les expériences de M. Doyon donnent ainsi, pour la première fois, la preuve expérimentale d'une relation entre les lésions de la cellule hépatique et la production des hémorragies. On sait que les cliniciens ont noté depuis longtemps la tendance aux hémorragies présentée par les malades atteints de certaines affections du foie; mais ils ne sont pas d'accord sur le mécanisme du phénomène. Y a-t-il chez les hépatiques, comme chez les chiens de M. Doyon, disparition du fibrinogène du sang, et cette disparition suffit-elle à expliquer les hémorragies; ou bien les hémorragies nécessitent-elles une altération des parois vasculaires, et par quel mécanisme est produite cette altération?

Ce sont là des questions que soulève le travail de M. Doyon dont nous venons de donner une sommaire analyse, mais que seules de nouvelles expériences physiologiques ou de nouvelles observations cliniques permettront de résoudre.

§ 8. — Géographie et Colonisation

La question de l'eau en Australie. — A la dernière séance de la Société de Géographie de Paris, M. Paul Privat-Deschanel, ancien boursier de voyage autour du monde, a traité cette importante question de l'eau en Australie. On sait que, si la côte de ce continent est convenablement arrosée, et si le centre, effroyable désert, est condamné à une sécheresse sans remède, le bassin du Murray, grand deux fois comme la France, peut être riche ou pauvre selon la solution du problème de l'eau. Dans cette immense plaine, les pluies sont suffisantes à l'Est; mais à l'Ouest, la porosité du sol, l'évaporation due à la chaleur, limitent le ruissellement superficiel à peine à 2 % de l'eau tombée. Aussi les rivières, malgré leur longueur (Murray, 2.766 kilomètres; Murrumbidgee, 2.172 kilomètres; Lachlan, 1.420 kilomètres; Darling, 3.124 kilomètres), ne sont, le plus souvent, que des chapelets de mares, des *crecks* qui rappellent les *ouadi* sahariens.

La sécheresse, comme disent les Anglais, est la malédiction de l'intérieur australien. Sept années de sécheresse continue, jusqu'en 1903, ont fait périr plus de la moitié des troupeaux de moutons, la grande richesse du pays.

Pour lutter contre ce fléau, l'Australien, tenace, use de trois moyens : les citernes, l'aménagement des rivières pour l'irrigation, et le forage des puits artésiens.

L'aménagement des rivières pour l'irrigation est une nécessité de premier ordre. Aussi, lorsque les travaux sont difficiles à cause de l'élévation des rives, ils s'effectuent grâce aux ressources financières et aux droits que l'Etat s'arroge au détriment des riverains.

L'aménagement des rivières s'est fait jusqu'ici au moyen de digues. Les progrès récents comportent l'établissement, dans les montagnes, de réservoirs permettant d'utiliser les eaux de crue et qui pourront emmagasiner plus de 1 milliard de mètres cubes d'eau.

Les puits artésiens sont de trois sortes : les ordinaires; les subartésiens, dans lesquels l'eau monte sans atteindre le sol; les artésiens proprement dits, dans lesquels l'eau jaillit au-dessus de la surface du sol. Ces

puits fournissent au bassin du Murray, journellement, 2.381.933 mètres cubes d'eau, soit par an 869.405.545 mètres cubes d'eau. La législation qui les régit est sévère et défend pratiquement les intérêts de l'Etat.

L'eau ainsi obtenue sert à l'irrigation, soit en vue des cultures (céréales, légumineuses, vigne, surtout arbres fruitiers), soit en vue de l'élevage. Elle assure la luzerne nécessaire à l'entretien des troupeaux pendant la saison sèche. Ses résultats, grâce à la richesse de la terre et de l'eau en potasse, sont dès aujourd'hui des plus encourageants. Dans un avenir très prochain, l'Australie deviendra, comme la Californie, un pays exportateur de fruits.

Mais la conséquence la plus importante de l'irrigation sera le peuplement de l'intérieur australien. La population agricole et pastorale, devenue plus dense, contrebalancera l'influence exagérée, dans un pays peu industriel, de la classe ouvrière des grandes villes. L'Australie retrouvera ainsi l'équilibre social qui lui manque actuellement.

§ 9. — Enseignement

Le Laboratoire colonial du Muséum d'Histoire naturelle de Paris. — Le Ministre des Colonies, d'accord avec le Ministre de l'Instruction publique, vient d'assurer par un décret une collaboration plus étroite entre le Jardin colonial de Nogent et le Muséum d'Histoire naturelle.

Jusqu'ici, le Muséum, si admirablement outillé pour l'étude scientifique des produits naturels du monde entier, n'avait reçu aucune destination coloniale. Et le Jardin de Nogent, trop jeune encore, et ne pouvant s'appuyer sur les notions théoriques approfondies qui auraient dû servir de base rationnelle à ses recherches sur l'utilisation pratique des richesses naturelles de nos colonies, ne pouvait rendre à celles-ci les services qu'une sage coordination des moyens d'action des deux établissements aurait seule permis de réaliser.

C'est cette coordination que vient d'établir le Ministre des Colonies. Désormais, le Muséum et le Jardin colonial se prêteront un mutuel appui : l'un déterminera les propriétés générales des produits naturels coloniaux, et l'autre en recherchera l'utilisation pour l'agriculture, le commerce et l'industrie. En mettant à la disposition du Ministère des Colonies ses nombreux services, ses collections séculaires, le Muséum deviendra officiellement son conseil scientifique.

Un organe sera le trait d'union entre les deux établissements : c'est le Laboratoire colonial, institué depuis plusieurs années au Muséum, et qui centralisera les envois d'ordre scientifique émanant des colonies, les résultats des études théoriques faites au Muséum et des recherches pratiques poursuivies à Nogent.

De cette façon, pourront se créer, au Laboratoire colonial et au Jardin de Nogent, des archives et des collections qui permettront de répondre rapidement à toutes les demandes de renseignements, d'ordre théorique ou pratique, sur la flore, la faune, la géologie et la nosologie parasitaire d'une région de notre empire colonial. Le planteur, l'éleveur, le commerçant, l'industriel, le médecin y trouveront les indications utiles pour l'exploitation de nos possessions, pour l'acclimatation ou le croisement des races et des espèces, pour la lutte contre les organismes nuisibles qui s'attaquent à l'homme, aux animaux et aux végétaux. Le fonctionnaire colonial, lui-même, puisera, dans les études anthropologiques faites au Muséum, une connaissance plus exacte du caractère et des mœurs des populations avec lesquelles il sera en contact.

Le personnel du Laboratoire colonial, qui vient d'être renouvelé, est composé de la façon suivante :

Directeur : M. le Dr Achalmé, de l'Institut Pasteur;
Chef des travaux de Botanique : M. Dubard, docteur es sciences;
Chef des travaux de Minéralogie : M. de Romeu;
Préparateur : M. Turquet.

LA VIE ET LES TRAVAUX DE H. HERTZ

MÉMOIRE POSTHUME ET INÉDIT DE H. VON HELMHOLTZ¹

H. Hertz est mort le 1^{er} janvier 1894.

Pour tous ceux qui voient le progrès de l'humanité dans le plus large développement de ses facultés intellectuelles, et dans le triomphe de l'esprit sur les fatalités et l'hostilité des forces de la Nature, la nouvelle de la mort de cet enfant de prédilection du génie fut un coup terrible. Favorisé des dons les plus rares de l'intelligence et du caractère, Hertz, pendant sa vie malheureusement trop courte, a récolté une abondante moisson de résultats inespérés que, durant tout un siècle, les mieux doués de ses émules n'avaient pu réussir à atteindre. Dans l'Antiquité classique, on aurait dit qu'il avait péri victime de la jalousie des Dieux. En lui, la Nature et la Fortune paraissaient avoir favorisé, d'une façon tout exceptionnelle, le développement d'un esprit qui réunissait toutes les qualités nécessaires à la solution des problèmes les plus difficiles de la science. C'était une intelligence apte à apporter la plus grande précision, la plus grande clarté dans le raisonnement, en même temps que l'attention la plus sûre dans l'observation des phénomènes inconnus. L'observateur inattentif passe facilement sur eux sans s'en douter, mais ils se révèlent au regard pénétrant qui plonge dans les profondeurs inexplorées de la Nature.

H. Hertz semblait prédestiné à ouvrir à l'humanité un nouvel accès dans un grand nombre de régions encore inconnues; toutes ces espérances se sont évanouies devant la cruelle maladie qui, lentement et sans trêve, est venue anéantir une vie si précieuse avec toutes ses promesses.

J'ai moi-même été frappé au cœur par cet événement, car, parmi tous mes élèves, j'ai toujours considéré Hertz comme un de ceux qui avaient vécu dans la plus intime communion de mes idées scientifiques, et sur lesquels j'avais fondé les plus hautes espérances.

I

H. Hertz était né le 22 février 1837 à Hambourg; c'était le fils aîné d'un juriconsulte devenu plus tard sénateur, le Dr Hertz. Il fit ses études supérieures dans un établissement de sa ville natale, le *Johanneum*, d'où il sortit en 1855 avec le certificat de maturité. Ses parents et ses professeurs avaient toujours reconnu en lui à un haut et rare degré le

sentiment du devoir. De bonne heure et spontanément, il s'était exercé au rabot, au tour, avec ses camarades s'occupant de travaux mécaniques; le dimanche, à l'École des Arts et Métiers, il cherchait à se perfectionner dans le dessin géométrique, et, avec les outils les plus simples, s'efforçait de construire des instruments usuels d'Optique et de Mécanique.

Lorsque, à la fin de ses études, il dut prendre une décision sur la carrière qu'il voulait suivre, il choisit celle d'ingénieur. Il paraît même que, dans les premières années, la modestie qui faisait le fond de son caractère inspirait quelques doutes sur son aptitude aux théories scientifiques, et que lui-même se sentait plus à l'aise au milieu de ses travaux mécaniques préférés, parce qu'il en comprenait alors déjà suffisamment l'importance. Peut-être aussi le sens pratique qui domine dans sa ville natale avait-il exercé une influence sur lui. Au reste, il n'est pas rare qu'on rencontre ce genre de modestie, de timidité, précisément chez les jeunes gens exceptionnellement doués. Ils ont une vue très nette des difficultés qu'ils ont à surmonter pour atteindre le but élevé qu'ils se proposent, et ils doivent tout d'abord essayer pratiquement leurs forces avant d'acquiescer la confiance en eux-mêmes nécessaire à l'accomplissement de leur lourde tâche. Mais, même dans leur évolution ultérieure, les natures d'élite sont d'ordinaire d'autant moins satisfaites de ce qu'elles font que leurs aptitudes sont plus raffinées et leur idéal plus élevé. Les mieux doués ne l'emportent évidemment que parce qu'elles sont plus sensibles à toutes les imperfections, et qu'elles travaillent sans relâche à les corriger.

Ce stade de l'hésitation dura chez H. Hertz deux années entières. Il se décida en 1857 à suivre les cours académiques, parce qu'il avait acquis la conviction, en complétant ses connaissances, qu'il ne trouverait que dans les travaux scientifiques les hautes et durables satisfactions qu'il recherchait. Au printemps de 1858, il vint à Berlin, où je le connus d'abord comme étudiant dans le laboratoire de Physique de l'Université que je dirigeais. Déjà, pendant qu'il exécutait les travaux élémentaires, je vis que j'avais affaire à un jeune homme doué d'aptitudes tout à fait exceptionnelles. Et lorsqu'à la fin du semestre d'été j'eus à m'occuper de proposer aux étudiants un thème pour un travail scientifique, je choisis une question empruntée à

¹ Cette notice figure en tête de l'édition allemande de l'ouvrage posthume de Hertz qui vient de paraître et qui est intitulé : *Die Principien der Mechanik*.

l'Électrodynamique, avec la certitude, confirmée plus tard, que Hertz s'y intéresserait et s'y appliquerait avec fruit.

Les lois de l'Électrodynamique étaient alors en Allemagne déduites par la plupart des physiciens de l'hypothèse de Weber, qui cherchait à ramener les phénomènes électriques et magnétiques à une modification des hypothèses de Newton supposant des forces agissant à distance immédiatement et suivant des droites. La diminution des forces considérées avec la distance devait suivre la loi admise par Newton pour la gravitation et la loi proposée par Coulomb pour deux petites masses électrisées, savoir que l'intensité de la force était en raison inverse du carré de la distance mutuelle des deux masses électriques agissantes, mais directement proportionnelle au produit de ces masses, avec répulsion entre celles de même nom et attraction entre celles de nom contraire. D'ailleurs, dans l'hypothèse de Weber, cette force était supposée se répandre instantanément dans l'espace infini et avec une vitesse infinie. La seule différence entre l'hypothèse de Weber et celle de Coulomb consistait en ce que Weber supposait que la vitesse avec laquelle les masses électriques se rapprochaient ou s'éloignaient l'une de l'autre, ainsi que les accélérations de ces vitesses, pouvaient avoir une influence sur la valeur de la force mutuelle agissant de l'une à l'autre dans ces masses. A côté de cette hypothèse de Weber se trouvaient toute une série d'hypothèses analogues, ayant toutes pour caractère commun d'admettre que la valeur de la force de Coulomb était modifiée par l'influence d'une composante quelconque de la vitesse des quantités électriques mises en mouvement. On peut citer les hypothèses de F. E. Neumann et de son fils C. Neumann, de Riemann, de Grossmann et, plus tard, celle de Clausius. Les molécules magnétisées servaient d'axes à des courants électriques circulaires, suivant une analogie déjà suivie par Ampère d'après la direction des actions extérieures.

Ces diverses hypothèses étaient très peu claires dans leurs conséquences, et, pour déduire ces dernières, il fallait des calculs compliqués, des décompositions de forces, etc.. Le domaine de l'Électrodynamique était devenu, à cette époque, comme un chaos inaccessible. Des faits d'observation et des conséquences de théories très douteuses étaient placés sur la même ligne, sans limites suffisamment tranchées. Dans l'effort tenté pour éclaircir tout ce gâchis, j'avais entrepris d'apporter autant de clarté que je pouvais dans le domaine de l'Électrodynamique, et de rechercher les conséquences décisives, caractéristiques, des diverses théories, de manière à trancher les questions, autant que possible, par des expériences appropriées.

J'arrivai au résultat général suivant : Tous les phénomènes produits par des courants complètement fermés, circulant dans des circuits métalliques revenant sur eux-mêmes, et tous ceux qui ont la particularité commune de ne subir aucune variation sensible dans les charges électriques, se laissent également bien déduire de toutes les hypothèses énumérées plus haut. Leurs particularités concordent également bien avec les lois d'Ampère, avec les lois découvertes par Faraday, Lenz et F. E. Neumann sur les propriétés générales des courants induits. En revanche, dans les circuits imparfaitement fermés, les différentes hypothèses conduisaient à des conclusions essentiellement différentes. La concordance de toutes ces théories pour les faits observés dans les courants complètement fermés s'explique facilement par ce fait qu'on peut maintenir aussi longtemps, et aussi forts qu'on veut, les courants fermés, assez longtemps du moins pour que les forces qu'ils exercent aient tout le temps de manifester clairement leurs propriétés, et que, par conséquent, ces propriétés et leurs lois puissent être bien connues, exactement déterminées. Par suite, toute dérogation d'un fait connu à une théorie nouvellement édifiée attirerait rapidement l'attention sur ce domaine déjà complètement exploré, et servirait d'objection à cette théorie.

Par contre, entre les extrémités d'un circuit non fermé, séparées l'une de l'autre par des masses isolantes, à chaque mouvement électrique le long d'un circuit, il se forme des charges électriques, provenant de l'électricité qui ne peut poursuivre sa marche à travers l'isolant. Une durée extraordinairement faible du courant suffit, en pareil cas, pour accroître la force répulsive entre les électricités de même nom, de telle sorte qu'elles sont complètement entravées dans leur mouvement, d'où résulte d'abord un arrêt, puis, après un repos momentané, un retour rapide de l'électricité.

Pour tout homme compétent, il devint alors clair que l'intelligence complète de la théorie des phénomènes électromagnétiques ne pourrait être obtenue que par des recherches précises opérées sur ces courants ouverts si rapidement éteints. W. Weber avait cherché à écarter ou à atténuer certaines difficultés de son hypothèse électrodynamique en admettant la possibilité que l'électricité possède, à un certain degré, une inertie comparable à celle des corps lourds. Et en apparence, au moment de l'ouverture et de la fermeture d'un courant, se produisent des actions qui donnent l'illusion de cette inertie. Mais ces phénomènes se rattachent à ce qu'on appelle l'induction électrodynamique, c'est-à-dire à une action latérale au conducteur et dont les lois sont bien connues depuis Faraday. La véri-

table inertie ne devrait dépendre que de la masse de l'électricité mise en mouvement, et non de la position du conducteur. S'il existait quelque chose de ce genre, on s'en apercevrait par une augmentation de durée des oscillations électriques, comme cela a lieu après chaque interruption brusque des courants électriques dans des fils bons conducteurs. De cette façon, on devrait s'attendre à déterminer une limite supérieure pour la valeur de cette inertie; j'avais donc posé le problème qui consistait à faire des recherches sur la valeur des extra-courants. On devait avoir ainsi une limite supérieure pour la masse entraînée. Il y avait donc à produire des extra-courants dans des spirales doubles, dont les branches seraient parcourues dans des directions opposées. C'est dans la solution de ce problème que consista le premier grand travail de Hertz. Il y donne une réponse précise à la question posée, et y montre que, dans une spirale double de ce genre, on peut attribuer l'action d'une sorte d'inertie de l'électricité à $1/30$, un $1/20$ tout au plus, de l'extra-courant. Ce travail eut le prix.

Mais Hertz ne resta pas dans les limites des recherches indiquées. Il reconnut notamment que, dans des fils métalliques tendus en ligne droite, les effets de l'induction, malgré leur intensité beaucoup plus faible, peuvent être calculés avec beaucoup plus de précision que pour les spirales à beaucoup de spires, parce qu'ici on ne peut déterminer avec exactitude les rapports de position. Aussi, pour ses recherches ultérieures, Hertz utilisa-t-il un circuit composé de deux fils rectilignes formant des angles droits et il trouva ainsi que l'extra-courant provenant de l'inertie représentait tout au plus $1/230$ de la valeur du courant d'induction.

Des recherches sur l'influence de la force centrifuge pour une plaque tournant rapidement, sur le mouvement d'un courant qui la traverse, l'amènèrent à reculer encore beaucoup plus loin les limites supérieures de l'inertie prétendue de l'électricité.

Ces recherches lui ont évidemment donné la notion exacte de la prodigieuse vitesse de l'électricité, et lui ont facilité les moyens de faire ses plus importantes découvertes.

II

En Angleterre, Faraday avait conçu une représentation toute différente de l'essence de l'électricité. Ses idées, exprimées dans une langue abstraite et difficile à comprendre, ne se propagèrent qu'avec lenteur jusqu'au moment où elles trouvèrent dans Clark Maxwell un interprète autorisé. Les tentatives de Faraday pour expliquer les phé-

nomènes électriques l'avaient conduit à une théorie, à l'hypothèse de phénomènes ou de substances non directement perceptibles. Avant tout il écarta, comme Newton l'avait fait au début de sa carrière, l'hypothèse de forces agissant à distance. Il lui sembla impossible d'admettre, comme le faisaient les anciennes théories, que des actions directes et immédiates pussent s'exercer entre des corps séparés dans l'espace, sans une modification s'opérant dans le milieu intermédiaire. Il chercha donc en premier lieu des traces des modifications dans les milieux qui séparent les corps électrisés ou magnétisés. Il en résulta pour lui la preuve de l'existence du magnétisme ou du diamagnétisme dans presque tous les corps considérés jusqu'ici comme non magnétiques. Il démontra de même que, sous l'influence de forces électriques, des corps isolants subissent une modification qu'il désigna sous le nom de « polarisation diélectrique des isolants ».

On ne pouvait se refuser à reconnaître que l'attraction entre deux conducteurs chargés d'électricité, ou entre deux pôles magnétiques, s'exerçant dans la direction de leurs lignes de force, doit se renforcer essentiellement quand on intercale entre eux des milieux diélectriques ou magnétiquement polarisés. Par contre, perpendiculairement aux lignes de force, il devait se produire une répulsion. Après ces découvertes, on ne pouvait plus constater qu'une portion des actions à distance électriques et magnétiques se produisait par l'intermédiaire des milieux polarisés interposés, et qu'il en restait une autre partie due à l'action d'une force directe.

Faraday et Maxwell inclinaient vers l'hypothèse plus simple qu'il n'existait point de forces à distance, et Maxwell développa mathématiquement cette théorie, qui constituait une négation des hypothèses admises jusque-là.

D'après cela, le siège des modifications qui produisent les phénomènes électriques devait être cherché exclusivement dans les isolateurs; la polarisation qui s'y produisait, ou qui en disparaissait, devait être la cause des mouvements apparents électriques qu'on pouvait constater dans les conducteurs. Il n'y avait plus de courants ouverts, car l'accumulation des charges électriques aux extrémités des conducteurs et la polarisation diélectrique qui se produisait dans les isolants interposés déterminaient en eux un mouvement électrique équivalent qui paraissait apte à combler les lacunes du courant.

Déjà Faraday, avec le sens très sûr et très profond qu'il avait des questions mécaniques et géométriques, avait reconnu que la répartition des actions à distance dans l'espace devait concor-

der exactement avec celle qu'indique l'ancienne théorie.

Maxwell confirma cette assertion, et, avec le secours de l'analyse mathématique, arriva à une théorie complète de l'Électrodynamique. Moi-même, je reconnus très bien ce qu'il y avait de frappant dans les faits découverts par Faraday, et je recherchai d'abord s'il existait des actions à distance pouvant être prises en considération.

Le doute me parut subsister d'abord dans la région si compliquée de la prévision scientifique, et comporter des expériences décisives.

Tel était l'état de la question quand H. Hertz, après avoir terminé le travail couronné cité plus haut, entra à son tour dans la lice.

D'après le concept de Maxwell, il était essentiel et décisif pour sa théorie de savoir si la naissance et la disparition de la polarisation diélectrique dans un isolateur produisent des actions électrodynamiques dans le voisinage comme un courant galvanique dans un conducteur. Arriver à cette démonstration me sembla un travail assez intéressant pour en faire le sujet d'un des grands prix décernés par l'Académie de Berlin.

Les découvertes ultérieures de Hertz se rattachaient à ces germes préparés par les contemporains; dans l'introduction de son intéressant livre, *Recherches sur la propagation de la force électrique*, il a lui-même exposé cette théorie d'une façon si claire et si attachante qu'il n'y a rien à ajouter. Ce travail est comme l'exposé très approfondi d'une des plus importantes et des plus fécondes découvertes de la plus haute valeur. Nous n'avons pas malheureusement beaucoup de travaux semblables sur l'histoire psychologique intérieure de la science; nous devons être reconnaissants à l'auteur de nous avoir fait pénétrer si profondément dans sa pensée, et même dans l'histoire de ses erreurs momentanées.

Il y a encore quelque chose à ajouter aux conséquences de ces découvertes.

Les idées dont Hertz a démontré plus tard l'exactitude avaient déjà été avant lui exposées par Faraday et Maxwell comme possibles et même comme très vraisemblables, mais les preuves de fait faisaient encore défaut. Hertz les a apportées. Il n'y avait qu'un observateur exceptionnellement attentif, comprenant la portée de tout phénomène inobservé jusque-là, qui pût saisir les faits insoupçonnés qui l'ont mis sur la voie. Il n'était guère permis d'espérer que des courants alternatifs se succédant à un intervalle d'un dix-millième ou même d'un millionième de seconde pussent devenir perceptibles au galvanomètre ou à tout autre appareil expérimenté jusque-là. Car toutes les forces finies ont besoin d'un certain temps pour

produire des vitesses finies et pour déplacer des corps d'un poids quelconque, même aussi faible que celui des aiguilles aimantées de nos galvanomètres. Mais des étincelles électriques peuvent devenir visibles entre les extrémités d'un circuit, même si la tension électrique à ces extrémités est accrue suffisamment pendant un millionième de seconde, pour que l'étincelle puisse traverser une mince couche d'air. Par ses recherches antérieures, Hertz était déjà très familiarisé avec la régularité et la prodigieuse vitesse des oscillations très rapides de l'électricité, et il conçut relativement vite des expériences destinées à découvrir, à rendre visibles les mouvements électriques les plus fugitifs. Il trouva bientôt les conditions sous lesquelles il pouvait obtenir les oscillations des courants ouverts avec une régularité suffisante pour lui permettre de déterminer leur dépendance des circonstances accessoires les plus diverses, les lois de leur mouvement, même la longueur de leurs ondes dans l'air, leur vitesse de propagation dans l'espace. Dans toute cette étude, on doit toujours admirer la finesse de ses réflexions et son habileté comme expérimentateur, qui se complétaient de la façon la plus heureuse.

Par ces travaux de Physique, Hertz a donné sur les phénomènes naturels des aperçus du plus haut intérêt. Il n'est plus douteux que les vibrations lumineuses sont des vibrations électriques se produisant dans l'éther qui remplit l'Univers, et que cet éther lui-même est doué des propriétés d'un isolateur et d'un milieu magnétisable. Les oscillations électriques dans l'éther constituent un intermédiaire entre les mouvements relativement lents des vibrations sonores des diapasons aimantés, et les vibrations prodigieusement rapides de la lumière; mais il restait à prouver que leur vitesse de propagation, leur caractère de vibrations transversales, leur faculté de se polariser, de se réfléchir, de se réfracter correspondent aux phénomènes analogues de la lumière et de la chaleur. Il ne manque aux ondes électriques que le pouvoir d'affecter l'œil, pouvoir qui fait également défaut aux rayons calorifiques dont le nombre de vibrations n'est pas assez grand.

C'est certainement un grand point d'avoir fourni la démonstration complète que la lumière, cette force si intéressante et si mystérieuse de la Nature, se rattache par les liens les plus étroits à une autre force aussi mystérieuse, et peut-être encore plus féconde en relations diverses, l'électricité. Pour la science théorique, il est peut-être encore plus important de pouvoir comprendre comment des forces, qui semblent agir à distance, peuvent prendre naissance par la transmission de proche en proche de l'action des milieux interposés. Il

reste encore à pénétrer le mystère de la gravitation, que nous ne pouvons encore expliquer que comme une force agissant à distance.

III

H. Hertz, par ses découvertes, avait conquis un rang glorieux dans la science. Sa mémoire se conservera dans le souvenir de tous ceux qui l'ont connu non seulement par ses travaux, mais aussi par les aimables qualités de son caractère, par sa modestie inaltérable, sa juste appréciation des mérites des autres, sa reconnaissance pour ses maîtres. Dans la découverte de la vérité, il déployait les plus sérieux efforts, mais jamais chez lui la plus petite trace de jalousie ou d'intérêt personnel. Là même où il avait seul le droit de revendiquer pour lui les découvertes, il inclinait plutôt à garder le silence. Généralement taciturne, il pouvait prendre part à une conversation amicale, et relever l'entretien par mainte expression frappante. Il n'a jamais eu un seul ennemi personnel, bien qu'à l'occasion il sût prononcer un arrêt mordant sur des travaux superficiels voulant se faire passer pour de la science. Sa carrière se résume ainsi : En 1880, il entra comme assistant au laboratoire de Physique de l'Université de Berlin ; en 1883, le ministère prussien l'engagea à se rendre à Kiel avec la perspective d'une destination prochaine. En 1885, il devint professeur titulaire de Physique à l'École technique supérieure de Karlsruhe. C'est là qu'il fit ses principales découvertes ; il s'y maria avec M^{lle} Elisabeth Doll, la fille d'un collègue. Au bout de deux ans, il fut nommé professeur ordinaire de Physique à l'Université de Bonn.

Dans cette période malheureusement si courte, ses contemporains le comblèrent de témoignages d'admiration et de reconnaissance. En 1888, il reçut de la Société italienne la médaille de Matteucci ; en 1889, de l'Académie des Sciences de Paris, le prix Lacaze, et de l'Académie impériale de Vienne, le prix Baumgartner ; en 1890, la médaille Rumford de la Société Royale de Londres ; en 1891, le prix Bressa de l'Académie royale de Turin.

Les Académies de Berlin, Munich, Vienne, Göttingue, Rome, Turin, Bologne et beaucoup d'autres sociétés savantes l'éluèrent membre correspondant, et le Gouvernement prussien lui conféra l'ordre de la Couronne.

Il ne devait pas jouir longtemps de sa gloire grandissante. Une cruelle maladie des os commença à se déclarer chez lui ; en novembre 1892, le mal devint menaçant et une opération sembla le refouler pour quelque temps. Hertz put reprendre avec beaucoup d'ardeur ses conférences jusqu'au

7 décembre 1893 ; le 1^{er} janvier 1894, la mort le délivra de ses souffrances.

A quel point Hertz s'intéressait aux questions générales de la science, c'est ce dont vient témoigner le dernier monument de son activité terrestre, le livre sur les « Principes de la Mécanique ».

Il a cherché, dans cet ouvrage, à donner une exposition logique d'un système de Mécanique rigoureux dans toutes ses parties, et à déduire toutes les lois particulières de cette science d'un seul principe fondamental qui, logiquement, puisse être considéré comme une hypothèse plausible. A cette occasion, il est revenu sur les plus anciennes notions théoriques, qu'on pouvait considérer, précisément pour cela, comme les plus simples et les plus naturelles, et il pose la question de savoir si elles ne suffiraient pas pour déduire et démontrer de nouveau tous les principes généraux, là même où, jusqu'ici, ils ne figurent que comme généralisations deductives.

Le premier stade de l'évolution de la Mécanique scientifique se rattache aux recherches des lois d'équilibre et de mouvement des corps solides liés directement entre eux, et dont les machines simples, le levier, le rouleau, le plan incliné, la poulie, fournissent des exemples. La loi des vitesses virtuelles donne la solution originelle et générale de tous les problèmes qui s'y rattachent. Plus tard, Galilée introduisit la notion d'inertie et de force mouvante comme force accélératrice, présentée par lui comme une série d'impulsions. Newton arriva le premier à l'idée de la force agissant à distance, et de sa détermination plus précise, par le principe de l'action égale à la réaction. On sait combien, au début, l'idée d'action à distance souleva de répugnance chez ses contemporains et chez lui-même.

La Mécanique continua à se développer en utilisant les idées de Newton et la définition de la force ; l'on apprit peu à peu à traiter les problèmes dans lesquels les forces conservatives à distance étaient associées à des liaisons fixes, et dont la solution générale était dans le principe de d'Alembert. Les principes généraux de la Mécanique (loi du mouvement du centre de gravité, des surfaces pour les systèmes tournants, le principe de la conservation de la force vive, de la moindre action) se sont tous développés dans l'hypothèse des attributs conférés par Newton à des attractions constantes et aussi conservatrices, aussi bien qu'à l'existence de liaisons fixes entre des points matériels. Ils n'ont surgi et n'ont été prouvés que dans cette hypothèse. Or, plus tard, on a trouvé par l'observation que les principes ainsi déduits pouvaient prendre dans la Nature une portée beaucoup plus générale que celle qui résultait de leur démonstration, et l'on en a conclu que certains

caractères généraux des forces attractives de Newton s'appliquaient à toutes les forces naturelles, mais qu'on ne pouvait déduire cette généralisation d'un principe fondamental unique. Hertz s'est efforcé de découvrir, pour la Mécanique, une notion fondamentale de ce genre qui pût expliquer toutes les lois reconnues jusqu'ici exactes des phénomènes mécaniques; avec une grande pénétration et une érudition admirable, il les a ramenées à des idées cinématiques généralisées. Comme point de départ unique, il a choisi la notion admise par les plus anciennes théories, c'est-à-dire l'idée que tous les processus mécaniques se comportent comme si des liaisons fixes existaient entre les différentes parties agissant les unes sur les autres. Il a dû cependant y joindre l'hypothèse qu'il existe un grand nombre de masses non perceptibles et de mouvements invisibles pour expliquer les forces qui s'exercent entre les corps perceptibles qui ne sont pas directement et mutuellement en contact. Il n'a malheureusement pas pu donner des exemples particuliers qui auraient expliqué comment il concevait ces termes intermédiaires hypothétiques, et il faudra encore une grande puissance d'imagination scientifique pour expliquer ainsi les cas les plus simples des forces physiques. Il paraît avoir surtout placé ses espérances dans l'intercalation de systèmes cycliques au milieu des mouvements invisibles.

Des physiciens anglais, tels que lord Kelvin dans sa théorie des tourbillons d'atomes et Maxwell dans son hypothèse d'un système de cellules tournantes par laquelle il a tenté d'expliquer mécaniquement les phénomènes électromagnétiques, se sont évidemment sentis plus satisfaits par de semblables explications que par le simple exposé des faits et de leurs lois, tel qu'il résulte du système des équations différentielles de la Physique. Je dois avouer que, jusqu'ici, je m'en suis tenu à ce mode d'exposition et que c'est celui qui me satisfait le plus; je ne pourrais pas néanmoins opposer une objection de principe à la méthode suivie par trois physiciens aussi éminents.

Il y aura, cependant, encore de grandes difficultés à surmonter dans la tentative d'expliquer les différents chapitres de la Physique au moyen des principes posés par Hertz. Dans son ensemble, cependant, l'exposé des lois fondamentales de la Mécanique est un livre de nature à intéresser au plus haut degré tous les lecteurs qui apprécient un système logique développé complètement et avec une ampleur mathématique. Peut-être, dans l'avenir, ce livre aura-t-il une valeur heuristique considérable, comme fil conducteur pouvant amener à la découverte de nouveaux caractères généraux des forces naturelles.

H. von Helmholtz.

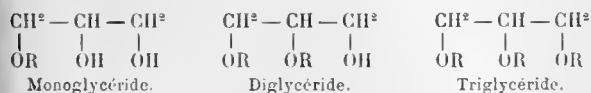
(Traduit de l'allemand par GEORGES GUÉROULT.)

LA SAPONIFICATION DES CORPS GRAS

Avant de passer en revue les différents procédés de saponification des corps gras, je rappellerai en quelques mots leur constitution.

Les corps gras : huiles ou graisses, sont des éthers de la glycérine.

Si l'on représente par R le radical d'un acide gras, on voit tout de suite que la substitution de un, deux ou trois radicaux acides à l'hydrogène du groupe hydroxyle de la glycérine donnera naissance à des composés qui auront pour formule :

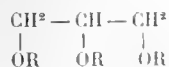


La théorie permet facilement de prévoir, pour les deux grandes classes des mono et des diglycérides, des composés isomériques selon la place occupée par le radical acide : d'ailleurs, d'après les recherches les plus récentes, ces deux grandes séries de corps n'ont qu'un intérêt très limité, car leur existence dans les huiles et graisses est moins que cer-

taine; les corps gras naturels sont, en effet, essentiellement formés par des triglycérides et sont, pour cette raison, désignés quelquefois sous le terme générique de corps gras neutres, qui n'est pas sans rappeler d'une manière très nette leur constitution.

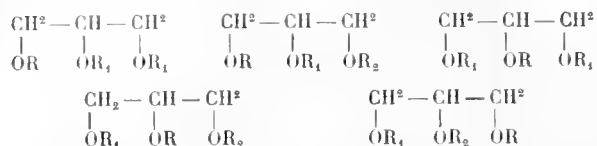
Je viens de dire que les corps gras sont formés par un mélange de triglycérides; c'était jusqu'ici l'opinion généralement admise, et le fait que, par le refroidissement de certains corps gras, liquides à la température ordinaire, on peut obtenir à l'état de pureté la tripalmitine ou la tristéarine, par exemple, apportait un sérieux argument en faveur de cette conception.

Toutefois, en jetant un coup d'œil sur la constitution des triglycérides, on voit immédiatement que, à côté du composé :



qui est un triglycéride SIMPLE, dans lequel le

radical R est unique, il peut exister des triglycérides COMPOSÉS, dont les formules suivantes :



pourraient être les types, et dans lesquels le radical R est différent (il est ici représenté par R₁ et R₂).

Or, d'après les derniers travaux sur cette question, on tend à admettre que, dans un certain nombre de cas, les corps gras naturels sont non plus un mélange de triglycérides, mais de véritables triglycérides composés.

Il serait nécessaire, pour être complet, d'indiquer maintenant, d'une part, les différentes méthodes de synthèse employées pour l'obtention d'un grand nombre de ces corps, et, d'autre part, leurs propriétés; mais cela nous entraînerait trop loin et sur un point qui, d'ailleurs, n'est pas le fond même de notre sujet.

Je passe donc immédiatement à l'historique de la saponification.

I. — HISTORIQUE.

Ce sont les remarquables travaux de Chevreul¹ qui ont établi le mécanisme de l'action des alcalis, de la potasse par exemple, sur un corps gras, huile ou graisse; l'acide gras se combine avec l'alcali pour donner un véritable sel: le savon, et la glycérine est mise en liberté.

La synthèse des corps gras à partir de leurs principes constitutifs: acides gras et glycérine, réalisée quelques années plus tard par Berthelot², permit d'assimiler ceux-ci à de véritables éthers de la glycérine, et donna aux travaux de Chevreul la plus éclatante confirmation.

Dès lors, étant donnée la fonction alcoolique de la glycérine, la saponification des éthers de cet alcool triatomique devenait un problème peu compliqué, justifiable en tous points des procédés généraux de saponification d'un éther quelconque.

De fait, il en fut bien ainsi, et, du domaine du laboratoire, les réactions passèrent dans celui de l'industrie; en un temps relativement court, de 1825 à 1855, on vit successivement apparaître la saponification calcaire, la saponification sulfurique, la saponification à l'autoclave par l'eau à une température supérieure à 100°.

Depuis cette époque, ces différents procédés de saponification sont restés les seuls employés.

Sans doute, en se plaçant au point de vue technique, les perfectionnements des procédés qui ont permis de récupérer la glycérine dans les savonneries, et d'obtenir glycérine et acides gras dans les stéarinerries, ont été progressifs, nombreux et importants; mais ils ne relèvent d'aucune réaction, d'aucun fait scientifique essentiellement nouveau³.

Tel est donc aujourd'hui l'état de la question au point de vue essentiellement chimique.

Voyons ce qui se passait corrélativement dans un autre domaine, celui de la Chimie physiologique.

En 1849, Claude Bernard⁴ démontre que le suc pancréatique recueilli par une fistule du canal de Wirsung émulsionne les graisses: en outre, le mélange devient acide. A la demande de Claude Bernard, Berthelot⁵ entreprend l'étude chimique de cette réaction; ses expériences lui permettent de tirer des conclusions d'une netteté absolue en ce qui concerne la saponification de la monobutyryne par le suc pancréatique; elles sont moins affirmatives pour la saponification de la graisse de porc (axonge) par ce même suc pancréatique, la glycérine n'ayant pu être identifiée complètement.

En même temps que se poursuivaient ces recherches de Physiologie animale, un certain nombre d'autres travaux de Physiologie végétale, ayant également trait à la saponification des corps gras, prenaient place dans la littérature scientifique.

En 1855, Pelouze⁶ avait remarqué le fait important suivant (je cite le texte): « Lorsque les graines et les diverses semences oléagineuses sont soumises à une division qui brise les cellules et met en contact intime les substances dont elles se composent, les corps gras neutres renfermés dans ces graines se changent en acides gras et glycérine. »

Les expériences de Pelouze étaient conduites de la façon suivante: On réduit en farine des graines de lin, de colza, de moutarde, d'oëillette, de pavot, d'arachide, de sésame, de cameline, de camomille, de noix, de noisettes, d'amandes douces, d'amandes amères, et la masse obtenue est placée dans des bocalsoigneusement bouchés à l'abri de l'air; on constate alors que les farines ainsi

¹ Il nous faut mentionner pourtant le procédé récent de Twitschell, qui met en jeu des acides sulfo-gras de la série aromatique.

² CLAUDE BERNARD: Recherches sur les usages du suc pancréatique pendant la digestion. *C. R.*, 1849, t. XXVIII, p. 249-253.

³ On trouvera dans le Mémoire de Berthelot, dont on a l'indication bibliographique plus haut, tout ce qui concerne l'action du suc pancréatique, de la page 272 à la page 277.

⁴ J. PELOUZE: Mémoire sur la saponification des huiles sous l'influence des matières qui les accompagnent dans les graines. *C. R.*, 1855, t. XL, p. 605-611, et *Ann. de Chimie et de Physique*, 1855, 3^e s., t. XLV, p. 319-327.

¹ CHEVREUL: *Recherches sur les corps gras d'origine animale*. 4 vol. Paris, 1823.

² BERTHELOT: Mémoire sur les combinaisons de la glycérine avec les acides et sur la synthèse des principes immédiats des graisses des animaux. *Ann. de Chimie et de Physique*, 1854, 3^e s., t. XLI, p. 246-319.

obtenues, qui toutes, au début de l'expérience, fournissent de l'huile exempte d'acides gras, « contiennent, au bout de quelques jours, des quantités notables de glycérine et d'acides gras, qui vont sans cesse en croissant pendant plusieurs mois ».

Le phénomène est donc extrêmement net.

Quelle est la substance qui est la cause de la saponification. Pelouze parle d'un ferment ou d'une « matière organique, quelle qu'elle soit, qui en remplit le rôle », et dit avoir « vainement essayé d'isoler cette matière ».

Après Pelouze, Ed. Maillot¹, dans un travail très intéressant sur le ricin, tente la préparation d'un ferment soluble capable de provoquer la saponification des corps gras; il réussit très difficilement à préparer une poudre blanche soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool à 60°, renfermant azote, soufre, phosphore, et qui, d'après un petit nombre d'expériences, pour lesquelles, d'ailleurs, il n'a pas été fait de dosages quantitatifs, serait douée de propriétés lipolytiques.

Plus tard, J. R. Green² fit un certain nombre d'expériences en prenant comme matériel d'études les graines germées du ricin. En faisant agir sur de l'huile de ricin un extrait aqueux ou glycéринé de ces graines germées, il dit avoir obtenu le dédoublement de cette huile.

D'après cet auteur, le « ferment » agit en solution neutre; les alcalis et surtout les acides suspendent son activité.

Les détails techniques relatifs à la préparation de ces extraits sont malheureusement très restreints; le mode de filtration, par exemple, n'est pas indiqué et l'on en comprendra par la suite toute l'importance. D'autre part, d'après les chiffres qui mesurent l'acidité du milieu, le dédoublement, *s'il existe*, est extrêmement faible: 6 à 7 %.

Je dis: « s'il existe », car le seul fait de mesurer l'acidité du milieu n'est pas suffisant pour conclure au dédoublement. En effet, Green a fait toutes ses expériences en milieu non stérile (ce dont, d'ailleurs, on ne peut lui faire aucun reproche, car en 1890, date de la publication de son Mémoire, l'importance des microbes dans la conduite d'expériences de ce genre était complètement méconnue); or, nous connaissons aujourd'hui toute l'importance du facteur: milieu stérile ou non, et nous savons qu'en présence des matières albuminoïdes, il peut à lui seul décider, soit du maintien de la neutralité du milieu, soit de l'apparition d'une acidité très appréciable.

A la même époque, Siegmund¹ répétait sans les connaître les expériences de Pelouze et arrivait à des conclusions identiques en ce qui concerne l'acidité se développant au sein de graines oléagineuses broyées avec l'eau. Il tenta, lui aussi, l'extraction d'un ferment de cette même graine de ricin, déjà expérimentée par Green, mais n'arriva, comme lui, qu'à préparer un produit d'une action tout à fait limitée. D'ailleurs, la remarque faite plus haut, à propos du travail de Green, qui a trait à la stérilité du milieu, s'adresse également au travail de Siegmund et autorise tout naturellement à poser de forts points d'interrogation, non pas devant les chiffres qui mesurent l'acidité (cette acidité peut exister), mais devant l'interprétation qui consiste à l'attribuer tout entière aux acides gras mis en liberté, ce qui, encore une fois, n'est rien moins que prouvé.

Quoi qu'il en soit, on peut dire que toutes ces expériences de Physiologie végétale passèrent presque inaperçues et cela pendant plusieurs années.

En 1902 paraît le travail de W. Connstein, E. Hoyer et H. Wartenberg². Ces auteurs démontrent que la graine de ricin est capable de provoquer, en présence de l'eau, le dédoublement de l'huile avec laquelle on la mélange intimement, à la condition de réaliser dès l'origine une certaine acidité du milieu, obtenue par l'addition d'une petite quantité d'acide minéral ou organique. Dès lors, la saponification marche avec une très grande rapidité et atteint un pourcentage très élevé, oscillant autour de 85 % au minimum.

Ces trois auteurs, comme leurs devanciers, attribuent l'action saponifiante à la présence d'un ferment.

Tel est, très résumé, l'état de la question au point où je l'ai, par conséquent, trouvée en 1903.

On voit immédiatement que, si les conditions de l'action de la graine de ricin sont nettement spécifiées, on peut dire:

1° Qu'aucune tentative d'extraction de la substance active contenue dans la graine, ferment ou matière organique, quelle qu'elle soit, comme l'avait dit si bien Pelouze en 1833 (voir plus haut), n'a été faite, ou, plus exactement, que, si ces tentatives ont été faites, elles n'ont pas abouti;

2° Que l'étude expérimentale de l'action de cette substance, au point de vue des lois qui régissent les actions diastasiques, n'est pas même ébauchée.

Ce sont justement ces deux points dont j'ai entrepris systématiquement l'étude.

¹ Ed. MAILLOT: Etude comparée du pignon et du ricin de l'Inde. *Thèse de Pharmacie*, 1 vol., 108 p., 3 pl., Nancy, 1880.

² J. R. GREEN: On the germination of the Castor oil plant (*Ricinus communis*). *Proceedings of the Royal Society of London*, 1890, t. XLVIII, p. 370-392.

¹ W. SIEGMUND: Ueber fettspaltende Fermente im Pflanzenreiche. *Monatshefte für Chemie*, 1890, t. XI, p. 272-276.

² W. CONNSTEIN, E. HOYER, H. WARTENBERG: Ueber fermentative Fettspaltung. *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1902, t. XXXV, p. 3988-4007.

Une fois arrivé à la solution, j'ai pu, par quelques expériences très faciles à imaginer, réaliser *in vitro* un des phénomènes les plus importants de la vie cellulaire, pendant la germination de la graine oléagineuse, et toucher ainsi un point important de la Physiologie végétale. Mes travaux entrepris dans cette voie ont été repris et complétés très fructueusement par E. Urbain. J'aurai, d'ailleurs, l'occasion de revenir sur les travaux très intéressants de cet auteur et je vais aborder maintenant, immédiatement, la question de l'isolement de la substance active.

II. — TENTATIVES D'EXTRACTION DE LA SUBSTANCE ACTIVE DE LA GRAINE DE RICIN.

§ 1. — Constitution de la graine.

Je rappelle tout d'abord l'expérience suivante, qui est capitale. On prend de la graine de ricin dont on a constaté le haut pouvoir saponifiant en suivant la technique décrite par Connstein, Hoyer et Wartenberg, et on l'épuise par l'éther de pétrole ou l'éther, pour en retirer l'huile; on obtient ainsi un tourteau qui, remis en suspension dans l'huile, possède toutes les propriétés lipolytiques de la graine primitive. Or, si l'on prend ce tourteau, et qu'on l'épuise par l'eau, l'eau salée ou autres réactifs, on constate qu'à la fois ce qui reste sur le filtre et ce qui filtre est inactif. Dès lors, on comprend immédiatement le peu d'intérêt qu'il y a à suivre la voie, pourtant jusque-là si féconde, d'extraction des diastases.

Il y avait donc, dès l'origine, l'indication de rechercher la solution du problème dans une tout autre direction.

Examinons donc quelle est la constitution de la graine de ricin.

L'examen microscopique a indiqué, depuis bien longtemps déjà, que la graine de ricin est formée de très grandes cellules, à noyaux très petits, gorgées de grains particuliers nommés grains d'aleurone; ceux-ci sont eux-mêmes constitués par une substance albuminoïde : ils servent de réserve au moment de la germination, tout comme les grains d'amidon dans les céréales; l'étude chimique en a été fort bien faite par Maillot, que nous avons déjà eu l'occasion de citer.

Voici quelques caractères microscopiques de ces grains d'aleurone. Il suffit, pour avoir les renseignements les plus détaillés, de se reporter aux traités de Botanique. Ils sont, en général, de forme allongée, présentant à une extrémité une partie arrondie très nettement visible, faisant saillie quelquefois sur la partie périphérique du grain; on désigne cette partie, à cause de son aspect même, sous le nom de globoïde; l'autre partie du grain est

appelée cristalloïde, à cause aussi d'une propriété particulière : celle de prendre un aspect cristallin lorsque l'on traite les grains d'aleurone par l'eau. La dimension des grains d'aleurone est variable, mais le plus grand nombre, dans le ricin, ont une dimension qui oscille autour d'un diamètre de 8μ , par conséquent un peu supérieur à celui des globules sanguins.

Pour terminer cette courte description de la constitution de la graine, il nous faut dire, en se rapportant aux travaux des botanistes, que noyaux et grains d'aleurone se trouvent au milieu d'un protoplasma ou, plus exactement, d'un cytoplasma, dont les granulations sont si fines qu'elles sont quasi inappréciables aux plus forts grossissements.

Voilà quels sont les éléments cellulaires. Voyons si une tentative de séparation de ces éléments ne nous conduirait pas à une extraction de la substance active.

On sait quels services rend dans les laboratoires l'emploi journalier des appareils à centrifugation : ils permettent la séparation relativement rapide et toujours très nette de substances ou d'éléments dont les poids spécifiques sont extrêmement voisins; dans le domaine de la Physiologie, ils permettent, par exemple, de séparer très aisément les globules blancs des globules rouges; ce qui, par tout autre moyen, serait, sinon impossible, du moins très long et très difficile.

Ces considérations m'ont incité à me servir de la centrifugation pour réaliser une séparation des éléments cellulaires de la graine de ricin, et, après quelques tâtonnements, j'y suis parvenu à peu près complètement. Voici comment il convient d'opérer :

La graine de ricin, de préférence décortiquée, est broyée; on ajoute à la masse de l'huile de ricin ou mieux de l'huile de coton plus fluide, ce qui facilite les manipulations. Le mélange, rendu bien homogène, est filtré d'abord sur un tissu à mailles lâches, puis sur une toile fine.

A cette première opération, correspond déjà une séparation grossière; sur le tissu se trouvent, en effet, réunis la plus grande partie des téguments, des parois cellulaires, des grains d'aleurone et une certaine quantité de cytoplasma avec des noyaux.

L'huile filtrée qui s'écoule est trouble; elle contient en suspension un mélange de grains d'aleurone et de cytoplasma, avec quelques fins débris de membranes cellulaires.

Reste à séparer ces composants de la cellule. Voici une méthode qui permet d'atteindre ce but :

On centrifuge l'huile, additionnée ou non d'un dissolvant, au moyen d'un appareil de grande puissance, et l'on obtient dans les tubes du centrifugeur, après un certain temps variable avec la fluidité du mélange et la vitesse de l'appareil, deux couches bien distinctes. L'examen microscopique de celles-ci permet de faire

les constatations suivantes : la couche inférieure blanchâtre est constituée par les grains d'aleurone accompagnés par quelques débris de membranes cellulaires; la couche supérieure grisâtre n'en renferme plus ou à peu près, la vitesse de l'appareil et la différence de densité ayant eu pour effet de réunir au fond du tube les grains d'aleurone petits ou gros. Cette couche supérieure est alors presque uniquement constituée par le cytoplasma, un certain nombre des noyaux, fort petits dans le cas actuel¹, et quelques-uns des grains d'aleurone ayant pu échapper à la filtration et à la centrifugation.

On peut débarrasser le cytoplasma ainsi préparé de l'huile qu'il contient encore en forte proportion en ayant recours à un solvant; en centrifugeant à nouveau, on l'obtient alors à l'état sec.

Ainsi se trouvent réalisées par un procédé très simple, purement mécanique, qui n'altère nullement les substances mises en expérience : 1^o la séparation des grains d'aleurone pratiquement exempts de cytoplasma; 2^o la séparation des substances cytoplasmiques².

§ 2. — Le cytoplasma constitue la partie active de la graine et, à l'exclusion de tous les autres éléments cellulaires, est doué du pouvoir lipolytique.

La séparation que nous venons d'effectuer va nous permettre maintenant d'aborder, par une méthode différente, le problème que nous nous étions posé, à savoir : la séparation de la partie active de la graine? Nous avons vu que la tentative d'extraction d'une diastase, par les procédés ordinairement mis en œuvre, avait abouti à un résultat négatif; or, l'étude de l'action lipolytique des différents éléments cellulaires, séparés comme il vient d'être dit, va justement nous fournir la solution du problème.

Tout d'abord, pour étudier méthodiquement cette action lipolytique, il est nécessaire d'établir un procédé de mesure qui permette de l'apprécier. J'y suis arrivé par la méthode suivante, dont je vais résumer très brièvement la technique : On prend 0 gr. 1 de la substance dont on veut déterminer ce que j'appelle l'activité; on ajoute 0 gr. 9 d'huile de coton³ et 0 cc. 4 d'acide acétique N/10 (6 ‰); le tout étant pesé dans un verre de montre, on agite avec un tout petit agitateur de verre recourbé à angle obtus, une minute à l'origine, puis une minute après 10 minutes, puis une autre minute après 20 minutes; après 30 minutes, on dissout

le mélange dans l'éther-alcool à parties égales et on titre l'acidité avec une solution de soude N/5; la phénol-phthaléine sert d'indicateur.

Le nombre de centimètres cubes de soude qui sature l'acide gras mis en liberté représente l'activité apparente, par opposition à l'activité réelle qui se déduit de la première au moyen d'une courbe obtenue comme suit :

On dilue dans de l'huile de coton des poids déterminés d'une substance d'activité initiale apparente représentée par 10 et l'on en mesure la nouvelle activité par titration; il n'y a pas proportionnalité, et l'on obtient ainsi une courbe qui relie l'activité réelle, représentée par le poids de la substance d'activité initiale 10, et l'activité apparente fournie par la titration⁴.

Mais revenons à la graine. L'activité réelle de la graine ayant été mesurée comme il vient d'être dit, on mesure ensuite l'activité réelle des deux éléments cellulaires séparés : grains d'aleurone et cytoplasma, et l'on s'aperçoit alors que toute l'activité primitive de la graine se trouve être exclusivement concentrée dans le cytoplasma; de sorte que l'on arrive, en partant d'une graine d'une certaine activité, à séparer les grains d'aleurone purs, mais d'activité nulle, et le cytoplasma², pur, exempt de grains d'aleurone et d'une activité considérable, étant donnée sa faible proportion relative dans la

¹ Prenons un exemple :

Soit un mélange huileux de cytoplasma et d'huile d'activité 10. Cela veut dire qu'un mélange de 0 gr. 1 de cette substance + 0 gr. 9 d'huile + 0 c.c. 4 d'acide acétique N/10 donne, après une demi-heure, une acidité correspondant à 10 c.c. de soude N/5.

Prenons 0 gr. 05 de cette substance + 0 gr. 95 d'huile + 0 c.c. 4 d'acide acétique N/10; nous devrions obtenir après une demi-heure une acidité correspondant à 5 c.c. de soude N/5; or, il n'en est rien, et nous trouvons un chiffre plus élevé (5 c.c. 5 environ) : ce chiffre représente l'activité apparente, alors que l'activité réelle est 5.

J'ajouterai ceci : on pourrait prendre comme unité d'activité l'activité 10; cette activité pourrait être appelée activité normale et serait représentée par 1. Une substance d'activité réelle égale à 5 aurait alors une activité normale représentée par 1/2; une substance d'activité réelle égale à 2,5 aurait une activité normale représentée par 1/4 et, en général, une substance d'activité réelle égale à n aurait une activité normale représentée par $\frac{1}{10 : n}$. On comprend aisément que,

si l'on veut effectuer la saponification d'une huile déterminée, s'il faut 1 partie de cytoplasma d'activité normale 1, il faudra : 2 parties de cytoplasma d'activité normale 1/2, 4 parties de cytoplasma d'activité normale 1/4, etc., le dénominateur indiquant immédiatement la quantité à employer, ce qui, au point de vue pratique, présente un certain intérêt.

² Le cytoplasma vient d'être préparé tout récemment en Allemagne sous le nom de *Ricinussamen Extract*, par un procédé qui relève de celui que je viens d'exposer plus haut; il consiste à broyer la graine non en présence de l'huile, mais en présence de l'eau; les grains d'aleurone sont séparés, comme dans ma méthode, par centrifugation; le cytoplasma protégé par l'huile ou l'acide gras ne subit pas l'action nocive de l'eau, comme le montrent mes expériences à ce sujet (voir plus bas, p. 1035).

¹ La grosseur des noyaux, uniques dans chaque cellule, est bien inférieure à celle de la plupart des grains d'aleurone, et si petite par rapport aux dimensions de la cellule qu'il n'y a, pour ainsi dire, pas lieu d'en tenir compte dans le cas actuel.

² Qu'il me soit permis d'adresser ici l'assurance de ma vive reconnaissance à M. le Professeur Guignard, Membre de l'Institut, pour les conseils éclairés qu'il n'a cessé de me prodiguer au cours de cette partie de mon travail.

³ Huile de coton comestible, neutre.

graine, 2 à 3 % (considéré à l'état sec). Les deux expériences suivantes peuvent en donner une idée : le cytoplasma mis en suspension dans 50 fois son poids d'huile de coton, en présence d'acide acétique à 6 % (4 parties pour 10 parties d'huile), saponifie cette huile dans la proportion de 80 % environ en 30 minutes, ceci à la température de 20°; en répétant la même expérience avec une partie de cytoplasma dans 500 fois son poids d'huile, le même résultat est obtenu en 15 heures.

III. — ÉTUDE DE L'ACTION LIPOLYTIQUE DU CYTOPLASMA.

Ainsi donc, la dissociation, obtenue par des moyens mécaniques, des éléments cellulaires de l'albumen de la graine de ricin, permet de localiser sur le cytoplasma l'action saponifiante si remarquable de la graine entière.

Cette action lipolytique, qui s'effectue, d'une part, en présentant un maximum d'activité à la température de 35° environ, et qui, d'autre part, ne met en jeu que de petites quantités de cytoplasma vis-à-vis de la quantité de substance à transformer, fait penser à une action diastasique.

Dès lors, il était intéressant de se demander si les propriétés générales des diastases, si les lois qui régissent leur action, telles que nous les ont fait connaître les travaux de Duclaux, Tammann, Brown, Victor Henri, se vérifieraient en ce qui concerne l'hydrolyse des substances grasses par le cytoplasma. C'est cette étude que j'ai entreprise et dont je donne aujourd'hui les premiers résultats.

§ 1. — Action de la température.

Deux cas peuvent se présenter :

1° Le cytoplasma *seul*, en suspension dans l'huile, subit l'action d'une température toujours croissante. On constate, dans ces conditions, une résistance très marquée à l'action de la chaleur; l'activité du cytoplasma n'est nullement modifiée entre 40° et 100°, et même pour la température de 100° maintenue pendant 20 heures.

Pour les températures supérieures à 100°, en représentant, par exemple, par 10 l'activité initiale, on trouve, après un séjour de :

15 minutes à 110° . . . 40	15 minutes à 130° . . . 1,8
15 minutes à 120° . . . 6,85	15 minutes à 150° . . . 4,05

2° Le cytoplasma en suspension dans l'huile, puis additionné d'eau acidifiée (acide acétique), c'est-à-dire effectuant une saponification, subit l'action d'une température régulièrement croissante. On reconnaît alors que l'élévation de température favorise l'action saponifiante jusqu'aux environs de 35°; à partir de celle-ci, l'action est

retardée. La température de 55°, maintenue 10 minutes, arrête la saponification.

Ces résultats correspondent à ce que nous savons des diastases chauffées, soit à l'état sec, soit en cours d'action.

§ 2. — Étude de la vitesse de saponification.

1° *Le cytoplasma reste comparable à lui-même pendant toute la durée de la saponification.* — Voici le type d'expérience qui le démontre :

On prend 25 grammes d'huile de coton, 0 gr. 02 de cytoplasma (considéré à l'état sec, mais, en réalité, en suspension dans l'huile), 10 centimètres cubes d'acide acétique à 6 %; on trouve :

Après une demi-heure, proportion saponifiée pour 100 : A = 30,55.

On partage la masse en deux, on ajoute à l'une d'elles 12 gr. 5 d'huile, 5 centimètres cubes d'acide acétique à 6 %, et on laisse continuer la saponification; la quantité de cytoplasma qui agit n'est plus alors que de 0 gr. 01; on trouve :

Après une demi-heure, proportion saponifiée pour 100 : B = 31,35.

D'autre part, on prend 25 grammes d'huile, 0 gr. 01 de cytoplasma, 10 centimètres cubes d'acide acétique à 6 %; on trouve :

Après une demi-heure, proportion saponifiée pour 100 : C = 17,05.

Si le cytoplasma reste comparable à lui-même, on doit avoir :

$$C = B - \frac{A}{2}.$$

C'est ce que l'expérience vérifie avec une approximation suffisante.

2° *Action des produits de la réaction sur la vitesse de saponification.* — Toutes choses égales d'ailleurs, la glycérine et les acides gras exercent une action retardatrice.

3° *Influence de la quantité de cytoplasma sur la vitesse de saponification.* — Pour de petites quantités de cytoplasma agissant en un temps très court, la quantité d'huile saponifiée en un temps donné est proportionnelle à la quantité de cytoplasma.

4° *Loi exprimant la vitesse de saponification.* — D'après Victor Henri, si a représente la quantité de substance à transformer au début de l'expérience, x la quantité transformée au temps t , m et n deux constantes caractéristiques de la substance diastasique, la valeur de la constante de vitesse K est donnée par l'équation :

$$K = \frac{a}{t} \left[(m-n) \frac{x}{a} + nL \frac{a}{a-x} \right] + \frac{1}{t} L \frac{a}{a-x};$$

dans le cas où $m = n$, on a :

$$K = \frac{1}{t} \cdot 1 + maL \frac{a}{a-x},$$

et, toutes conditions expérimentales restant les mêmes :

$$K_1 = \frac{1}{t} \log \frac{a}{a-x},$$

formule qui correspond, comme on le sait, à l'action hydrolysante des acides, à condition de laisser constantes, au cours d'une expérience, les proportions relatives d'huile et d'eau.

Voici les résultats d'une expérience, faite à la température de 18° :

DURÉE	PROPORTION d'huile saponifiée (x) pour 100 (a)	VALEUR de $K_1 \times 10^2$
30 minutes	23,6	0,388
45 —	33,1	0,387
60 —	40,4	0,375
90 —	54,8	0,382
127 —	67,0	0,392
150 —	73,2	0,381
210 —	83,5	0,399
450 —	94,4	0,278

La valeur de K_1 est donc remarquablement constante dans le cas d'une saponification rapide atteignant 95 % environ en 7 h. 30.

Pour des saponifications durant 24 heures, la valeur de K_1 baisse sensiblement en fonction du temps.

§ 3. — Conclusions.

Ainsi donc, l'action de la température, la constance d'action du cytoplasma, l'action des produits de la réaction, la proportionnalité entre la quantité de cytoplasma et la quantité d'huile saponifiée, la loi qui exprime la vitesse de saponification¹, montrent qu'il y a parallélisme complet entre le cytoplasma et les diastases (invertine, émulsine, amylase, trypsine, maltase)².

Nous allons montrer qu'une propriété inattendue (action de l'eau) distingue le cytoplasma de toutes les diastases connues.

IV. — LA PROPRIÉTÉ LIPOLYTIQUE DU CYTOPLASMA N'EST PAS DUE A UN FERMENT SOLUBLE.

Connaissant le mode de préparation générale des diastases et ayant à ma disposition le cytoplasma de la graine, seule partie active et, par conséquent, douée d'un pouvoir saponifiant considérable, j'ai essayé de tenter la préparation du ferment soluble dont il pouvait, par exemple, être en quelque sorte le support.

A cet effet, le cytoplasma, amené à l'état sec³, est traité simplement par l'eau. On reconnaît alors

¹ On pourrait ajouter à ces cinq caractères, déjà si nets, un sixième, à savoir : le chloroforme, l'arsénite de soude sont sans action ou à peu près sur le pouvoir saponifiant du cytoplasma.

² On trouvera la bibliographie dans les *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LVI, mai 1904.

³ On se débarrasse, à cet effet, de l'huile qui tient en suspension le cytoplasma par un dissolvant approprié, de préférence la benzine ou l'éther de pétrole. On évitera avec soin la présence de l'humidité; à cet effet, avant toute opération, on maintiendra à l'étuve à 100°, pendant plusieurs heures, le mélange de cytoplasma + huile.

immédiatement : 1° que le filtrat est inactif; 2° que le résidu sur filtre encore humide est également inactif. Dès lors, toute propriété lipolytique ayant disparu, il est inutile de pousser plus loin les opérations.

L'eau très légèrement acide (acide acétique à 6 ‰) donne le même résultat; il en est de même pour la glycérine pure, l'alcool absolu ou étendu, les solutions de NaCl comprises entre 7 et 20 ‰, les solutions de saccharose à 5 et 50 ‰.

Cette action particulière de l'eau ou de l'eau très légèrement acidifiée peut être mise en évidence par les deux expériences suivantes, très faciles à réaliser :

On pèse des quantités absolument égales de cytoplasma, d'huile, d'acide acétique étendu (N/10), et l'on fait, dans deux petits mortiers, les mélanges dans les deux ordres suivants :

- a. Cytoplasma + huile + eau acidifiée.
- b. Cytoplasma + eau acidifiée + huile.

On constate alors que le mélange a est le siège d'une saponification régulière; le second mélange b ne présente pas la moindre trace de saponification⁴.

Cette expérience comparative absolument nette montre que l'action de l'eau enlève à l'agent lipolytique, et cela instantanément, son pouvoir hydrolysant dès qu'il n'est plus protégé par l'huile⁵.

Comment alors la saponification, qui correspond à une fixation d'eau et qui exige la présence de l'eau, peut-elle avoir lieu? On pourrait penser que cette action de l'eau pure ou légèrement acidifiée sur le cytoplasma est trop artificielle, trop brutale, et l'on peut faire l'hypothèse que c'est au cours de la saponification, par le fait de la présence de l'huile, que le ferment soluble, s'il existe, serait mis en liberté par le cytoplasma en activité.

Pour s'en rendre compte, on fait l'expérience suivante :

On met en train une saponification d'huile de coton et, lorsque 35 % environ de l'huile est dédoublée, on centrifuge la masse dans deux tubes à une température voisine de 30°-35°; on obtient trois couches :

1° Une couche inférieure d'eau glycérineuse acide, claire;

2° Une couche intermédiaire, formée par une émulsion semi-solide plus riche en acides gras que la couche supérieure;

⁴ Il en est de même si, dans la formule b, avant d'ajouter l'huile, on dessèche le mélange cytoplasma et eau dans le vide sur l'acide sulfurique à la température ordinaire; le cytoplasma prend alors une forme cornée et il est impossible de le remettre en suspension dans l'huile.

⁵ MM. Victor Henri et André Mayer ont montré (*Soc. de Biol.*, 28 mai 1904) que, dans un très grand nombre de cas, un colloïde stable peut préserver un autre colloïde ou une émulsion contre l'action de précipitation d'une solution quelconque, à condition que ce colloïde stable soit ajouté avant la solution précipitante; si, au contraire, on l'ajoute après, la préservation n'a plus lieu. Il est intéressant de rapprocher ces faits de l'action de l'eau sur le cytoplasma protégé ou non par l'huile.

3° Une couche supérieure d'huile et d'acides gras clairs.

Si l'on mélange intimement de nouveau les trois couches de l'un des tubes, la saponification reprend; donc, la substance active n'est pas détruite. Dès lors, on doit retrouver celle-ci dans l'une des trois couches de l'autre tube.

A la première couche (glycérine + eau + acide), on ajoute de l'huile; il n'y a pas saponification; à la troisième (acide gras + huile), l'addition d'eau acide ne provoque pas la saponification; quant à la seconde (émulsion), après addition d'huile et d'eau acide, elle devient le siège d'une saponification régulière.

Cette expérience démontre donc très nettement qu'il n'y a pas, au cours de la saponification, production d'un ferment qui pourrait se dissoudre dans l'eau, pas plus d'ailleurs que d'un principe actif soluble dans l'huile ou les acides gras.

En définitive, ces expériences, répétées un grand nombre de fois, d'une simplicité telle qu'elles ne peuvent laisser dans l'esprit aucune équivoque, entraînent les conclusions suivantes :

1° L'agent lipolytique (dont le cytoplasma n'est vraisemblablement que le support) n'est pas un ferment soluble dans l'eau : il se différencie par là des lipases actuellement connues; je propose de lui donner le nom de *lipaséidine*;

2° L'eau enlève à la lipaséidine, et cela instantanément, son pouvoir hydrolysant dès que celui-ci n'est plus protégé par l'huile.

Enfin, j'ajouterai que, si les travaux de Büchner ont comme conséquence, quand on les généralise, de conférer aux agents chimiques cellulaires un caractère de solubilité dans l'eau que l'on peut considérer comme essentiel, l'étude des propriétés du cytoplasma montre qu'il n'en est pas ainsi et que ce caractère n'est pas spécifique.

V. — APPLICATION DES DONNÉES EXPÉRIMENTALES EXPOSÉES PRÉCÉDEMMENT A L'ÉTUDE DE QUELQUES POINTS DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

Il nous paraît utile de dégager de l'étude théorique que nous venons d'entreprendre sur la lipaséidine quelques considérations d'un certain intérêt en Physiologie végétale.

Depuis longtemps déjà, et surtout depuis les travaux de Müntz, l'on sait que le contenu des graines oléagineuses devient acide pendant la germination.

Quel est le mécanisme de cette décomposition de l'huile?

Nous venons de démontrer que la lipaséidine, agent lipolytique du cytoplasma, fonctionne en présence d'une petite quantité d'acide minéral ou organique, acides gras proprement dits compris.

Si donc on fait l'hypothèse, tout à fait rationnelle, de l'intervention du cytoplasma pendant la germination qui doit provoquer le dédoublement des

corps gras de réserve, il reste cependant à poser un point d'interrogation au sujet de l'acide qui, avec l'eau, provoquera l'émulsion, puis la saponification intracellulaire.

A défaut des acides minéraux à l'état libre, on pourrait penser que l'acidité est due aux acides gras. Mais, même avec cette hypothèse, il serait encore nécessaire de fixer l'origine des acides gras au début.

En réalité, le phénomène doit se passer plus simplement. En effet, la graine en germination dégage de l'acide carbonique, et il en existe, sans nul doute, dans l'intérieur de la cellule; or le cytoplasma (lipaséidine) isolé en présence d'huile et d'anhydride carbonique saponifie les substances grasses : dès lors, il n'est plus nécessaire de faire intervenir une acidité étrangère.

Les expériences qui démontrent ce fait consistent simplement à faire une émulsion constituée par l'huile étudiée, le cytoplasma et de l'eau chargée d'acide carbonique, au sein d'une atmosphère constituée par de l'acide carbonique. On trouve, dans ces conditions, que la saponification marche peut-être moins vite au début, mais est conduite aussi loin qu'avec l'acide acétique.

L'acide carbonique donc, qui, à lui seul, peut provoquer la saponification de l'huile de la graine, a certainement dans la graine même des origines multiples : ne serait-ce par exemple que sa dissolution pure et simple dans l'eau qui vient baigner les cellules de la graine en voie de germination.

Il est à remarquer toutefois que l'acide carbonique peut prendre naissance par un processus entièrement anaérobie. C'est ce qui ressort très nettement des expériences de E. Urbain¹.

Cet auteur écarte tout d'abord les deux hypothèses suivantes : 1° L'anhydride carbonique provient de l'air; 2° Il se forme dans la graine par oxydation due à l'oxygène ambiant; il montre, en effet, que la saponification de l'huile par la graine de ricin broyée s'établit après un certain temps dans un milieu privé d'air.

Il reste alors une troisième hypothèse, celle de la formation d'anhydride carbonique corrélatrice à l'hydrolyse profonde de la matière albuminoïde.

De fait, si l'on opère avec la graine entière, le cytoplasma isolé, puis le cytoplasma isolé auquel on ajoute des grains d'aleurone purs, préparés par la méthode que j'ai indiquée plus haut, les résultats sont tout différents. Voici les chiffres de E. Urbain :

Dans le premier cas : graine entière + huile

¹ E. URBAIN : Sur l'origine de l'acide carbonique dans la graine en germination. *C. R.*, 1904, t. CXXXIX, p. 606.

+ eau sans acide, dans le vide. Après quatre jours, 52 % saponifié.

Dans le second cas : huile + cytoplasma + eau, dans le vide. Après huit jours, acidité 0,07 %.

Dans le troisième cas : huile + cytoplasma + grains d'aleurone, dans le vide. Après huit jours, acidité 96 %.

Dans le premier cas et le troisième cas, l'auteur a pu caractériser la présence de l'acide carbonique par ses réactions habituelles, ce qui constitue la preuve de la réalité de sa troisième hypothèse.

Dans le même ordre d'idées, il faut mentionner le travail non moins intéressant de E. Urbain, en collaboration avec Perruchon et Lançon¹, sur la propriété activante très remarquable que possèdent quelques produits de dédoublement des matières albuminoïdes, en particulier certains acides amidés comme l'asparagine, la leucine, le glycolle.

VI. — APPLICATIONS INDUSTRIELLES.

Je n'entrerai pas dans tous les détails de l'application à l'industrie des expériences de nature théorique que nous venons d'exposer.

Le problème de la saponification industrielle des corps gras par fermentation a été posé par les auteurs même du travail sur l'action de la graine de ricin, MM. Constein, Hoyer et Wartenberg. On a bien vite reconnu que l'emploi de la graine entière n'était pas sans présenter des inconvénients multiples : il me suffit de citer, d'une part, la formation d'une couche intermédiaire, de poids relativement élevé, lors de la séparation des acides gras de la glycérine, couche intermédiaire qui retient, avec les parties non utilisées de la graine, une notable proportion d'acides gras et de glycérine, et, d'autre part, l'obtention d'une glycérine renfermant des matières albuminoïdes dissoutes en notable proportion.

Le seul fait de l'isolement de la substance active

¹ E. URBAIN, L. PERRUCHON et J. LANÇON : De l'influence des produits de dédoublement des matières albuminoïdes sur la saponification des huiles par le cytoplasma. *C. R.*, 1904, t. CXXXIX, p. 641.

du cytoplasma a permis de remédier en grande partie à ces inconvénients, et la saponification conduite de cette façon se présente maintenant dans d'excellentes conditions, tant au point de vue de la simplicité du matériel mis en œuvre que de la plus grande pureté des produits obtenus, acides gras et glycérine. Si l'on ajoute à cela le grand avantage qui résulte de la substitution des carbonates alcalins aux alcalis caustiques, pour la neutralisation des acides gras, on conçoit aisément que la réunion de tous ces facteurs présente un intérêt économique de premier ordre.

VII. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

J'arrive au terme de cette étude; de l'ensemble des faits qui viennent d'être rapportés, on peut tirer quelques conclusions qui présentent, je crois, un certain intérêt :

1° *Au point de vue histologique*, en nous mettant en possession d'une méthode qui nous permet d'isoler les éléments constitutifs de la cellule, dans leur intégrité; cette méthode est simple et, par là, sa généralisation nous paraît vraisemblable;

2° *Au point de vue physico-chimique*, en apportant une contribution à l'étude des phénomènes diastatiques et des lois qui régissent leur action;

3° *Au point de vue chimico-biologique*, en nous permettant d'étudier pour la première fois un corps qui, doué de propriétés diastatiques, diffère des diastases connues par un de ses caractères essentiels : action de l'eau;

4° *Au point de vue de la Physiologie végétale*, en permettant de réaliser *in vitro*, à partir des éléments cellulaires dissociés, les mêmes réactions qui se passent dans l'intérieur de la cellule *in vivo* au moment de la germination;

5° *Au point de vue industriel*, en posant sur de nouvelles bases l'industrie des corps gras¹.

D^r Maurice Nicloux.

¹ Conférence faite au Laboratoire de M. A. Haller, à la Sorbonne.

HUIT JOURS A TÉNÉRIFFE

La découverte des Iles Canaries se perd dans la nuit des temps. Homère attribue à Sésostris, roi d'Égypte, connu par ses conquêtes et ses expéditions lointaines au xv^e siècle av. J.-C., la colonisation de l'île Ἰθάκιος « au delà des colonnes d'Hercule ». La mythologie s'en empara et en fit l'Élysée, le séjour des héros et des hommes vertueux après leur mort. Les Phéniciens et les Carthaginois, gens pratiques et grands navigateurs, y firent le commerce, et le prophète Ezéchiel nous présente les habitants de Tyr « vêtus de pourpre et d'écarlate de l'île d'Élisça ». Mais, pour les Grecs et les Romains, les Canaries restèrent les Iles Fortunées, l'asile légendaire des bienheureux ; et Hérodote, le Père de l'Histoire, plaça l'extrémité du monde à l'endroit « où la mer cesse d'être navigable, où se trouvent les jardins des Hespérides et où Atlas soutient la voûte céleste sur une haute montagne conique ».

La première description exacte des Canaries date du siècle qui précède l'ère chrétienne et est due à Juba II, roi de Maurétanie. Elle est malheureusement perdue ; mais Pline l'avait sous les yeux quand il écrivit son Histoire Naturelle. Enfin Ptolémée, au II^e siècle, connaissait si bien leur situation qu'il put choisir Hierro, la plus occidentale des Canaries, alors l'extrémité du monde connu, pour y faire passer son premier méridien.

Puis, pendant l'invasion des Barbares et la longue agonie de l'Empire romain, la Géographie partagea le sort des autres sciences. Les Canaries demeurèrent isolées du reste du monde pendant plus d'un demi-millénaire et tombèrent dans l'oubli. Les Arabes, continuateurs des Grecs, les en tirèrent enfin ; mais leur imagination orientale les peupla de génies et de magiciens, et la terreur que leur inspirait le Teide, ce grand pic perçant les nuages et vomissant de la fumée, les empêcha d'arracher le voile de mystère dont elles étaient enveloppées.

Ce n'est qu'au XIV^e siècle que les Canaries furent de nouveau visitées par des navigateurs européens, génois, normands, portugais et espagnols ; et le xv^e siècle en amena enfin la conquête systématique au nom des rois de Castille.

Si le nimbe poétique des légendes qui couronnait les Iles Fortunées est aujourd'hui à jamais évanoui, si les géologues ne veulent même plus nous permettre de voir en elles les restes d'une fabuleuse Atlantide engloutie par l'Océan, les Canaries, grâce à leurs beautés naturelles, à leur fertilité et à leur climat délicieux, n'en sont pas moins restées un archipel privilégié, une des régions les plus attrayantes du Globe. Aussi, retournant du Maroc

en Europe par la voie des Iles, je résolus de leur consacrer quelques jours et d'escalader ce pic superbe dont il nous fut possible, à 200 kilomètres de distance, de saluer la cime altière.

I. — DE SANTA CRUZ A OROTAVA. LES GUANCHES.

Après une courte escale à la Grande Canarie, le temps de visiter la ville de Las Palmas et de faire une excursion à la fameuse Caldera de Bandama, notre bateau, l'*Orotava*, de la « *Madeira, Canary Islands and Morocco Line of Steamers* », repartit pour Sainte-Croix de Ténériffe, où je débarquai le 9 juin 1901.

Cette ville de 20.000 âmes, capitale des Canaries depuis 1822, est la résidence officielle du Gouverneur civil, du Capitaine général, du Corps consulaire et le siège de la députation provinciale. Bâtie en terrasses entre la mer et un écran de hautes montagnes aux formes tourmentées, ses rues étroites et ses maisons ornées de jolis balcons, surmontées de toits en saillie et de *miradores*, lui impriment un cachet pittoresque, capable de satisfaire le plus blasé des *globe-trotters*.

Mais ses monuments n'offrent rien de bien saillant, et le plus remarquable d'entre eux, l'*Iglesia de la Concepcion*, ne l'est guère que par son intérieur. C'est là, parmi d'autres reliques, que se conservent la croix arborée par les *Conquistadores* lors de leur première descente dans l'île et deux drapeaux pris à l'amiral Nelson, souvenirs de la belle défense que Santa Cruz opposa à l'attaque d'une escadre anglaise en 1797, entreprise dans laquelle le héros national britannique perdit un bras et subit son unique défaite et qui valut à la ville victorieuse son titre officiel de « *La Muy Leal, Noble é Invicta Ciudad, Puerto y Plaza de Santa Cruz de Santiago* ».

Malgré leur contact journalier avec des éléments étrangers, les *Cruceños* ont assez bien conservé les mœurs romanesques de l'Espagne d'autrefois. Le soir, les belles *señoritas* viennent s'accouder à leur balcon, des fleurs dans les cheveux et l'éventail à la main, et échangent des regards éloquents avec leurs *novios* qui passent et repassent devant la maison ou se tiennent dans la rue, immobiles et comme hypnotisés par la contemplation de la *querida*. D'autres, plus favorisés, [sont admis à interviewer leur belle à une fenêtre du rez-de-chaussée et à lui faire leur cour à travers les barreaux de la *reja* ou les lattes du *postigo*. De tous

côtés, on entend les accords de la guitare accompagnant les romances et les *peteneras*.

Toutes ces vieilles coutumes ajoutent une note pittoresque à la vie de Santa-Cruz; mais elles finiront probablement bientôt par disparaître, emportées par le modernisme niveleur.

Le 10 juin, je partis pour la Laguna, ville de 12.000 habitants située au centre d'un plateau fertile et bien cultivé, à 550 mètres d'altitude et à 9 kilomètres de Santa Cruz, à laquelle elle est reliée par un tramway et le téléphone. La route qui y mène monte en serpentant à travers des champs de céréales et des nopales.

San Cristobal de la Laguna est le siège de l'évêque du diocèse de Ténériffe, de plusieurs couvents et établissements d'enseignement supérieur. Sauf pendant les quelques mois de l'été que les autorités et les riches commerçants de Santa Cruz viennent y passer, c'est une ville morte, où l'herbe pousse entre les pavés des rues désertes et sur la grande *plaza del Adelantado*. Il lui reste, de l'époque où elle était le siège du *Cabildo general* de l'île, une série de beaux monuments, parmi lesquels il convient de citer l'Hôtel de ville, où se conserve l'étendard de la conquête brodé par Isabelle la Catholique, la Cathédrale qui renferme les restes du *Conquistador* Don Alonso Fernandez de Lugo, ainsi que plusieurs autres églises intéressantes et le Palais épiscopal.

Mon intention était de prendre, le lendemain matin, la diligence d'Orotava qui devait passer à la Laguna vers neuf heures. Elle n'arriva qu'à dix heures : une misérable patache, trainée par cinq haridelles et bondée de voyageurs entassés à l'intérieur, sur le siège du cocher et juchés sur le sommet ou se cramponnant aux flancs d'une pyramide de colis et de paniers amoncelés sur l'impériale. Impossible de trouver la moindre place. C'est après-demain la fête du patron d'Orotava, — San Isidoro, si je ne me trompe, — et cette fête attire chaque année une foule de visiteurs.

Deux autres voyageurs se trouvant logés à la même enseigne que moi, nous allons trouver un loueur de voitures qui se charge de nous transporter à notre destination pour la somme de 15 *pescetas*; et, quelques minutes plus tard, nous sommes confortablement installés dans un léger véhicule attelé de deux bons chevaux qui ne tardent pas à rattraper et à dépasser le coche public.

La route que nous suivons est d'abord une belle avenue d'eucalyptus traversant des champs de céréales et montant doucement jusqu'à son point culminant, à 620 mètres. Puis commence la descente, vers l'ouest, le long du flanc septentrional de la cordillère qui forme l'épine dorsale de l'île. Des deux côtés, des champs, des vergers, des jar-

dins parsemés de *fincas* blanches et de chaumières brunes; plus loin, à droite, la mer; à gauche, la montagne. A mesure que nous avançons, la végétation revêt un aspect de plus en plus méridional et les palmiers s'y mêlent en nombre croissant.

Nous traversons une série de jolis villages, Tacoronte, Matanza, San Antonio, Victoria, Santa Ursula et enfin, un peu plus loin, à un tournant de la route, nous atteignons un point d'où la vue embrasse toute cette superbe vallée d'Orotava que le grand voyageur Humboldt proclama la plus belle du monde : ce jardin délicieux, entre mer et monts, où s'épanouissent les fleurs et où mûrissent les fruits de toutes les zones.

La possession de ce paradis terrestre a été ardemment convoitée et vaillamment défendue; et c'est la région que nous venons de parcourir, saturée de sang guanche et espagnol, qui fut le théâtre de la lutte acharnée qui se termina par la soumission de l'île. C'est à Santa Cruz, alors Añaza, que Don Alonso Fernandez de Lugo débarqua en 1493. L'année suivante, à Matanza, — nom qui signifie tuerie ou carnage, — il subit une défaite sanglante et fut rejeté sur Santa Cruz, puis forcé d'évacuer Ténériffe. Mais il revint, peu après, avec de nouvelles troupes, battit les Guanches à la Laguna, puis à Victoria, où il leur tua deux mille guerriers, et pénétra enfin dans la vallée d'Orotava. Et c'est là, à l'endroit où se trouve aujourd'hui Realejo, que les malheureux aborigènes, décimés, épuisés, incapables de résister davantage, firent leur soumission et que D. Alonso Fernandez de Lugo acheva, en 1496, la conquête des Canaries commencée par Jean de Béthencourt en 1402.

Plus encore que par les armes espagnoles, les Guanches avaient été réduits par la *modorra*, une épidémie terrible caractérisée par une profonde mélancolie, un engourdissement de toutes les facultés, un assoupissement général, qui les poussait à se cacher dans les cavernes pour y mourir dans l'isolement, et dont les anciennes descriptions ressemblent singulièrement à celle que nous possédons aujourd'hui de la maladie du sommeil.

Ceux qui échappèrent à ce mal étrange et au fer des conquérants furent promptement baptisés de noms espagnols et ne tardèrent pas, à l'instar de ce qui s'était passé dans les autres îles de l'archipel, à s'allier à leurs vainqueurs. Il en résulta une race indigène nouvelle, différente de l'ancienne et de celle qui habite la Péninsule, dans laquelle il est à peu près impossible, aujourd'hui, de retrouver le type original d'un groupe ethnique si intéressant à tant de points de vue.

Qu'était-il et quelle était son origine? Sa langue n'est plus parlée, elle n'a jamais été écrite et l'on n'en possède plus qu'un bien maigre vo-

cabulaire; ses mœurs et ses institutions ont été supplantées par celles des conquérants et les détails ethnographiques que nous fournissent les vieilles chroniques espagnoles sont vagues; l'anthropologie ne nous a guère révélé que le type dolichocéphale des crânes trouvés dans les cavernes des Canaries. Mais, malgré l'incertitude qui résulte de cette absence de données sérieuses et s'oppose à la solution catégorique du problème, il nous est permis de penser que les Guanches pourraient bien avoir fait partie de ce rameau araméen de la race méditerranéenne auquel appartiennent les Basques, les Berbères, les Perses et les Sémites.

Nous avons déjà mentionné la légende d'Homère qui attribue aux Égyptiens la découverte et le peuplement d'une île située au delà des colonnes d'Hercule. Strabon en rapporte une autre, d'après laquelle les Maures seraient venus dans l'Afrique du Nord avec Hercule; et Salluste attribue également la colonisation de la Numidie et de la Maurétanie, habitées alors par les Gétules et les Libyens, à des Mèdes, des Perses et des Arméniens qui auraient suivi Hercule en Espagne.

Or, on sait que l'Héraclès de la mythologie grecque n'est qu'un personnage synthétique sur lequel les Hellènes rassemblèrent tous les hauts faits d'un grand nombre d'aventuriers célèbres, de navigateurs, de fondateurs de villes, de héros de l'Antiquité. Et il se peut que les récits d'Homère, de Strabon et de Salluste, de même que le mythe de l'expédition aux colonnes d'Hercule et au jardin des Hespérides, se rapportent tous à un grand événement historique du XIV^e ou du XV^e siècle av. J.-C. : une migration de peuplades de l'Asie occidentale et des bords du Nil vers les régions probablement peu habitées, alors, de l'Afrique Mineure et de l'Ibérie, et jusqu'aux îles de l'Atlantique. Les descendants de ces orientaux, mélangés plus ou moins intimement avec les éléments ethniques qu'ils rencontrèrent dans leur nouvelle patrie et ceux qui les y suivirent, seraient alors les Guanches, les Canarios, les Bimbachos, etc., que les Espagnols trouvèrent aux Canaries, les Basques, derniers rejetons authentiques de ces Ibères qui habitaient autrefois l'Espagne entière et une partie de la Gaule méridionale, et toutes ces peuplades de l'Afrique du Nord auxquelles on a donné le nom collectif de Berbères, telles que les Rouâfa, les Brâber, les Chleuh du Maroc, les Kabyles de l'Algérie, les Touâregs du Sahara, etc. Il paraît, en effet, que le peu que l'on sait de l'ancien langage des Canaries présente certaines analogies avec l'*escuara* et les dialectes berbères, et qu'ils trahissent tous une origine orientale qui militerait en faveur de notre hypothèse.

En tout cas, ce que nous considérons comme hors de doute, c'est la parenté des Berbères et des anciens Canariens. La coutume, qui existait chez ces derniers, d'embaumer les cadavres, et les rapports des dialectes berbères avec l'ancien égyptien semblent même indiquer la vallée du Nil comme berceau de leurs ancêtres; mais que le lien qui les unit soit une provenance orientale commune ou le sang d'une race primitive établie dans ces parages avant toute invasion étrangère, le point sur lequel nous croyons pouvoir insister, c'est l'existence réelle de ce lien de parenté.

Les notes sur les mœurs guanches, éparpillées dans la littérature et réunies par M. Samler Brown dans son excellent guide de Madère et des Canaries, offrent de nombreux traits de ressemblance avec les institutions de la société berbère que nous a révélées M. E. Doulté, notamment dans sa belle étude de l'organisation domestique et sociale chez les Hâha. Parmi ces traits communs, nous citerons la division politique en clans, la division sociale en classes, parmi lesquelles il y a une aristocratie privilégiée et des serfs; l'administration, chez les Berbères, par l'assemblée générale de la *jmâa*, remplacée, dans la pratique courante, par un groupe de notables appelés *icemghouren*; la législation et la juridiction, chez les Guanches, par un conseil nommé *tagovor*; les fêtes fixées à certaines époques de l'année solaire et où les festins alternent avec le chant et la danse, le caractère sacré de la femme, la séparation des sexes, la monogamie (qui s'est maintenue chez les Hâha malgré leur islamisation), la vendetta, l'existence d'asiles inviolables, et ainsi de suite.

Au point de vue linguistique, nous avons relevé des similitudes entre certains mots courants de l'ancien vocabulaire des Canaries et des dialectes berbères du Maroc. C'est ainsi qu'*acmon*, eau, correspond à *aman*, qui a la même signification en rifain, en berbri et en chelha. *Aho*, lait, en guanche; *aghou*, lait aigre, en chelha. L'aliment quotidien du peuple des Canaries, le *goffo* d'aujourd'hui, une pâte faite de grains grillés, salés et broyés suivant l'ancienne méthode guanche, s'appelait autrefois *ahorén*; *aghroum* signifie « pain » dans tous les dialectes berbères du Maroc. Les chefs, aux Canaries, portaient le titre de *mencey*, qui a une certaine ressemblance avec *imaziren*, nobles, terme par lequel les Chleuh et les Brâber se désignent eux-mêmes, et qui — suivant M. Doulté — est l'équivalent des Μάζυες d'Hérodote, des *Mazices* d'Ammien Marcellin, des *Mazaces* de Suetonius, des *Maxitani* de Justin et, peut-être, des *Machouach* des documents égyptiens.

D'autre part, les indigènes de Hierro se seraient appelés *Beni-Bachir*, nom dont les Espagnols

firent *Bimbachos*, et ceux de la Palma et de Goméra, *Houarythes* et *Ghomerythes*, appellations évidemment latinisées par les anciens chroniqueurs et dans lesquelles il est facile de retrouver les *Haouâra* et les *Ghomâra* marocains. Enfin, le nom même des îles établit une connexion entre elles et le Maroc. Il serait dérivé de *Gannaria*, terme par lequel Ptolémée désignait une partie du littoral atlantique de la Maurétanie et qui n'a survécu, au Maroc même, que dans le nom d'un quartier de Marrakech.

Mais, après cette longue digression, il est temps que nous revenions à notre récit, interrompu au moment où nous pénétrions dans la vallée d'Orotava. Peu après, vers une heure, nous arrivions à Orotava même, où je descendis à la *fonda* de Doña Maria Antonia.

L'ancienne Arautapala est aujourd'hui une ville de 9.000 âmes; et, si Santa Cruz est la ville commerçante, résidence des autorités civiles et militaires, si l'élément clérical et universitaire domine à la Laguna, la Villa de la Orotava est surtout le siège de la noblesse. C'est ici, dans de vieux hôtels aux portes monumentales armoriées et aux beaux balcons de bois sculpté et peint, que vivent les descendants des *Conquistadores*. Dans le jardin attenant à l'une de ces demeures aristocratiques, on remarque un énorme palmier qui était déjà d'une taille si élevée lors de la conquête, il y a quatre siècles, qu'il servait de point de ralliement aux Guanches.

Bien que ce soit surtout la noblesse qui imprime son cachet à Orotava, le clergé y est bien représenté aussi. On y compte plusieurs couvents et une demi-douzaine d'églises, dont quelques-unes valent bien une visite. En ce moment, la ville se prépare à célébrer sa fête patronale et, dans tous les *patios*, on peut voir l'élément féminin de la population occupé à trier des fleurs pour en confectionner ces superbes tapis qui seront étendus sur le passage de la grande procession et pour lesquels Orotava est renommée.

Dans la soirée, j'engage un guide du Pic en lui enjoignant de se trouver à la porte de l'hôtel le lendemain, à 6 heures, avec un *arriero* et deux mules, dont l'une me servira de monture, tandis que l'autre portera nos provisions et nos couvertures.

II. — ASCENSION DU PIC DE TEIDE.

Le 12 juin, dès le lever du soleil, je suis prêt à partir; mais mes compagnons et leurs bêtes se font attendre. Ils finissent cependant par arriver, après 7 heures, et, tandis que le guide se dirige vers la cuisine pour y conférer avec la *patrona*, le muletier se met tranquillement à rafistoler son bât

avec des bouts de ficelle. Je m'assure de la solidité suffisante du harnachement de ma monture, et le guide reparait enfin, suivi de mon hôtesse et de ses garçons chargés de paquets et de paniers, d'un baril, d'une pile de couvertures, de quelques bûches de bois et d'une respectable dame-jeanne dans une chemise de paille. Tout cela est chargé sans précipitation sur la mule de bât; j'enfourche la mienne et, à 8 heures sonnantes, nous nous mettons en route, accompagnés des « *vaya usted con Dios!* » de tout le personnel de la *fonda*.

Nous gagnons le haut de la ville et suivons d'abord la route de la Perdoma; puis, obliquant à gauche, nous nous engageons dans un chemin grim pant la montagne entre une double haie d'agaves couvertes de liserons et de géraniums arborescents.

Nous nous élevons rapidement et ne tardons pas à quitter la zone des cultures tropicales et subtropicales des terres basses. Les plantations de bananes, de canne à sucre, de tabac, de patates, les nopaliers et la vigne sont remplacées par des champs de céréales, de légumineuses et de pommes de terre; aux dattiers, aux dragonniers, aux manguiers, aux anoniers, aux avocats, aux goyaviers succèdent les arbres fruitiers des régions méditerranéennes, puis de l'Europe centrale. Nous montons toujours. Les champs font place à des châtaigneraies, puis aux bois incultes du *Monte Verde*.

Cette zone forestière correspond à la région humide des nuages qui ceignent les flancs du pic pendant la majeure partie de l'année et qui se dissipent généralement le soir pour reparaitre peu après le lever du soleil. Leur formation est due aux vents alizés du nord-est qui, dans ces parages, règnent deux jours sur trois et soufflent presque sans interruption pendant tout l'été. Les îles venant leur barrer la route, ils sont forcés, pour surmonter l'obstacle, de suivre une direction ascendante et pénètrent ainsi dans des couches atmosphériques plus froides, où ils abandonnent, sous forme de brouillards, une partie des vapeurs d'eau dont ils se sont saturés en balayant l'océan.

Grâce à cette humidité fécondante, une belle végétation forestière, malheureusement déjà bien clairsemée par endroits, couvre les hauteurs des Canaries à partir d'une altitude variant entre 750 et 1.000 mètres. On y trouve le *laurel* (*Laurus canariensis*), le *téa* (*Pinus canariensis*), le *haya* (*Fagus canariensis*), le *palo blanco* (*Picconia excelsa*), le *til* (*Oreodaphne foetens*), le *viñatigo* (*Persea indica*), l'*acebiño* (*Ilex canariensis*), le *barbusano* (*Phœbe barbusana*), le *brezo* (*Erica arborea*), l'orme, le chêne, le platane, l'acacia, etc. Audessus d'environ 1.400 mètres, le pin domine et

finit par supplanter presque toutes les autres essences : le *Monte Verde* fait place au *Pinar*.

Au moment même où nous nous engageons sous bois, nous pénétrons dans le banc opaque des nuages. A environ 1.000 mètres d'altitude, nous passons près d'une source, la Fuente de la Cruz, qui marque à peu près la limite jusqu'à laquelle il tombe parfois de la neige. La végétation arborescente, peu dense le long de notre chemin, est surtout représentée par l'*acebiño*, le *haya* et le *brezo*, bruyère géante qui se retrouve, paraît-il, sur les hautes montagnes de l'Afrique centrale.

Après deux heures de marche et à environ 1.400 mètres au-dessus du niveau de la mer, nous atteignons la limite supérieure du *Monte Verde* et notre sentier, moins roide, parcourt des pâturages rocaillieux que mon guide appelle *los llanos de Gaspar*. Le pin, l'arbre caractéristique des Canaries à cette altitude, a complètement disparu de ces pentes pierreuses, dont le tapis de graminées, de fougères et de thym est parsemé de bouquets de *codoso* (*Spartium canariense*) et d'*escobon* (*Cytisus proliferus*).

Normalement, nous devrions avoir franchi la zone des nuages; mais d'épais brouillards nous environnent encore et c'est à peine si nous y voyons à une centaine de pas. Nous traversons le Barranco de los Charquitos, puis, plus loin, celui de la Reina, dont nous suivons les bords rocheux. Au *codoso* et à l'*escobon* se mêlent des buissons de *retama* (*Genista canariensis*), un grand genêt à fleurs blanches très odorantes. Au-dessus de nous, le ciel devient plus lumineux, et enfin, à midi, ayant franchi le défilé du Portillo, nous débouchons sur le plateau des *Cañadas* tout inondé de soleil.

Le tableau qui se présente à nos yeux est d'une beauté incomparable. Au centre de l'immense cirque des *Cañadas*, désert de ponces parsemé de blocs et de coulées de lave et de buissons de *retama*, le Teide se dresse, majestueux, dans une atmosphère d'une limpidité merveilleuse. Son dôme gigantesque, strié verticalement de jaune et de noir, et son cône terminal blanc se détachent

de l'azur du ciel avec une netteté qui permet d'en distinguer les moindres détails. Et l'on comprend, à l'aspect de cette masse imposante de 20.000 millions de mètres cubes, que les Anciens aient pu s'imaginer que c'était là le pilier de la voûte céleste, et que les Guanches, terrifiés par ses éruptions, en aient fait l'émonctoire de l'enfer et le siège de leur divinité tutélaire, qui y montait la garde pour empêcher l'esprit du mal de s'échapper des entrailles de la Terre.

Tandis que, plongé dans l'admiration, je me rassasiais de ce spectacle grandiose, mes compagnons ont songé à la satisfaction de nos besoins matériels. Ayant étendu les couvertures à l'ombre d'un buisson parfumé de *retama*, ils ont débarrassé nos victuailles et débouché la dame-jeanne qui contenait un excellent petit vin des Canaries. Nous déjeunons du meilleur appétit et nous nous livrons ensuite aux douceurs de la sieste.

A trois heures, nous repartons à travers le désert des *Cañadas*. Cet ancien cratère forme une vaste arène elliptique d'environ 40 kilomètres de tour, limitée par une muraille basaltique déchiquetée qui atteint, au Sud, une hauteur de 400 à 500 mètres. Au Nord, le point culminant de cette enceinte rocheuse, la Fortaleza, domine le fond du cratère de plus de 300 mètres; ailleurs, notamment à l'Ouest et à l'Est, elle a été largement ébréchée par les torrents de lave qui se sont déversés sur l'île à la suite d'anciennes éruptions.

Nous avançons assez péniblement sur un sol de ponces mouvantes, entre des coulées de laves ravinées et des buissons de *retama*. Une distance d'environ 6 kilomètres sépare le Portillo du pied de la Montaña Blanca, vers laquelle nous nous dirigeons. Cette colline trachytique, couverte de ponces, sorte de boursouffure de laves peu fusibles née et solidifiée sur place, forme une espèce de contrefort du Teide, à l'Est, et ses pentes, moins abruptes que celles du pic lui-même, permettent de s'élever sans trop d'effort jusqu'à une altitude de 2.740 mètres.

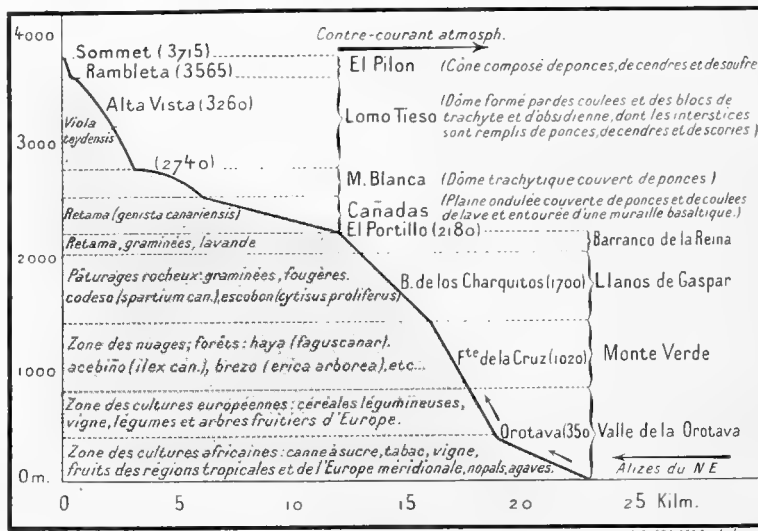


Fig. 1. — Zones de végétation sur les llanos du Pic de Teide.

Arrivés à son sommet, nous laissons souffler nos bêtes, puis attaquons résolument le Lomo tieso, le flanc même du pic. Un sentier en facilite l'escalade

ont vite fait de le retrouver. Cependant, de quart d'heure en quart d'heure, nous sommes obligés de nous arrêter pour leur permettre de reprendre ha-

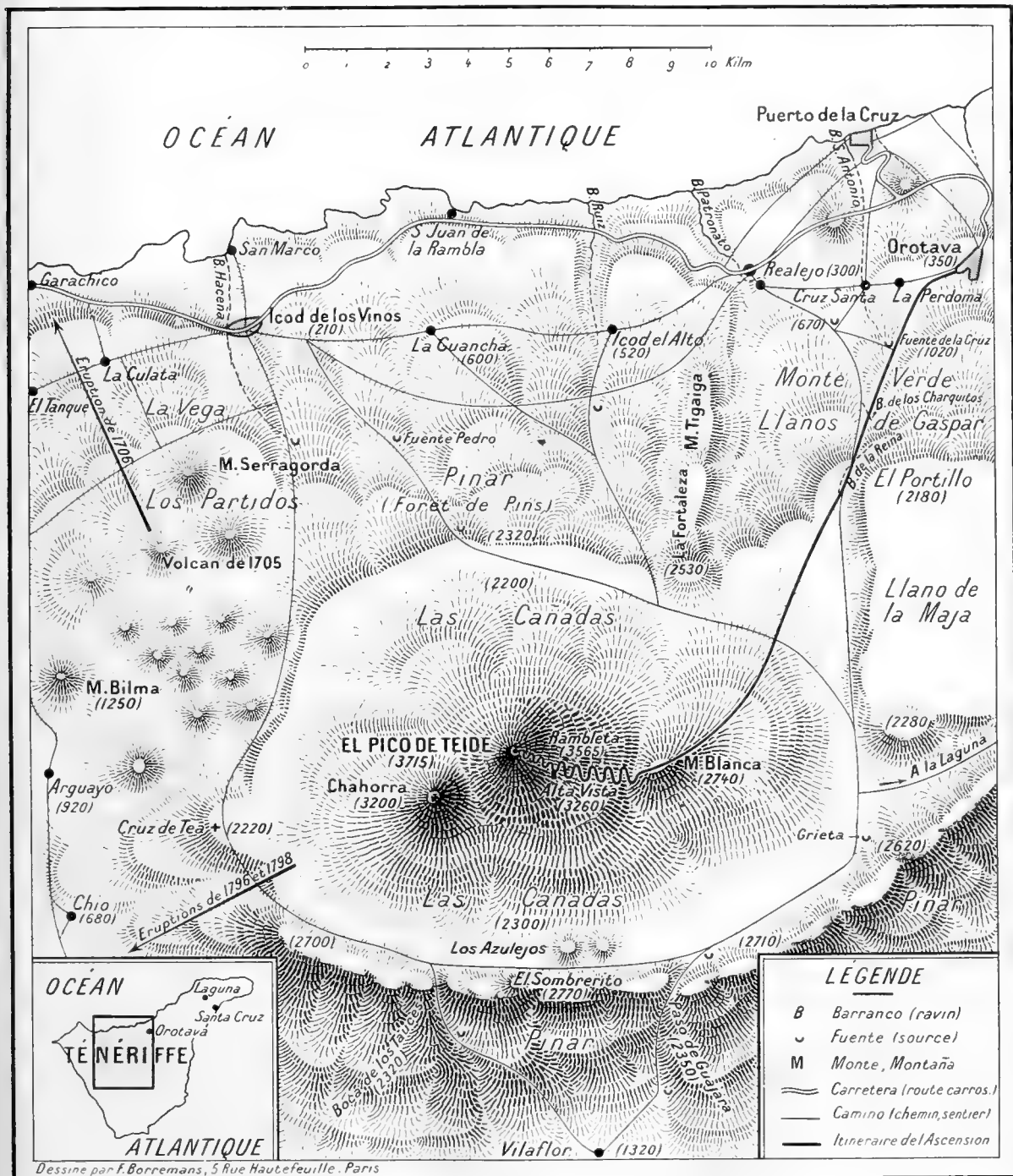


Fig. 2. — Carte de la région du Pic de Teide.

en décrivant d'innombrables lacets parmi les coulées de lave noire et les blocs de trachyte et d'obsidienne. Par endroits, il disparaît sous des éboulis de scories et de cendres; mais nos mules le connaissent si bien et grimpent d'un pas si sûr qu'elles

leine, et elles entendent encore plus d'un « Anda, mulo! Anda, mulito! » persuasif, plus d'une énergique imprécation avant la fin de l'étape.

La flore, ici, n'est plus représentée que par une pensée (*Viola teydensis*), dont le Pic de Ténériffe

est, paraît-il, le seul habitat. Nous passons près des petits plateaux abrités où les touristes avaient l'habitude, autrefois, de passer la nuit : l'*Estancia de los Alemanes* et l'*Estancia de los Ingleses*; et enfin, à 6 heures, nous atteignons le refuge d'*Alta Vista*, à 3.260 mètres d'altitude.

C'est une solide construction en maçonnerie, composée de deux grandes pièces meublées de cadres et de paillasses, de tables, d'escabeaux et de petits poêles en fonte; d'une cuisine et d'une écurie pouvant loger une douzaine de bêtes.

Pendant que mes compagnons s'occupent de notre installation et préparent le dîner, j'assiste, de la petite terrasse devant le refuge, au spectacle du coucher du soleil. L'astre lui-même est invisible, car notre gîte est accroché au flanc oriental de la montagne. Ce que je vois d'ici, c'est l'ombre du pic : un triangle trapu qui ne couvre d'abord qu'une partie des Cañadas. Mais, au fur et à mesure que le soleil descend vers l'horizon, le triangle s'allonge, gagne la muraille de basalte allumée par les rayons du couchant, la franchit, s'étale sur les nuages, s'allonge encore, démesurément... puis finit par se confondre avec les ombres croissantes de la nuit.

La température baisse brusquement et je me retire auprès du feu de la cuisine. Le dîner est prêt et promptement expédié. Une tasse de café, une pipe, un bout de causette avec mes compagnons... puis je me roule dans ma couverture et m'étends sur mon grabat, où je ne tarde pas à m'endormir.

Je me réveille de bon matin, grelottant de froid et tout couvert de cendres et de poussière de ponce que le vent a chassées à travers les fissures de la porte et des volets. Au moment où le jour commence à poindre, nous partons à pied, le guide et moi, par un froid de loup, pour gravir les 450 mètres qui nous séparent encore du sommet.

Arrivé à une cinquantaine de mètres au-dessus du refuge, je suis saisi d'un accès subit du mal des montagnes. Mon cœur bat à me rompre la poitrine; ma respiration haletante ne suffit plus à l'oxygénation du sang; j'ai de vives douleurs et des bourdonnements dans les oreilles, et une prostration générale, accompagnée de vertiges et de nausées, m'étend par terre, exténué. Au bout d'un bon moment, mon état s'améliore un peu et je me traîne péniblement jusqu'à la Rambleta, où une halte d'un quart d'heure me remet complètement.

La Rambleta est un ancien cratère aujourd'hui comblé par les scories tombées du Pilon ou « pain de sucre » qui se dresse à son centre et autour de la base duquel elle ne forme plus qu'une étroite corniche dont la largeur va en se rétrécissant d'année en année.

Au-dessus de la Rambleta, on ne trouve plus de cou-

lées de lave, et le Pilon, cône de 150 mètres de hauteur et d'environ 35° de pente, n'est couvert que de ponces et de cendres. L'ascension en est assez difficile à cause de la mobilité extrême de ces matériaux qui s'écroulent sous le poids du corps. Sur trois pas que l'on fait vers le sommet, on en perd un au moins par le glissement des ponces, et souvent l'on est entraîné en arrière de plusieurs mètres, ce qui simplifie la descente, mais complique singulièrement la montée. Les chaussures souffrent considérablement de la nature du terrain, et bientôt les miennes, achetées spécialement en vue de l'ascension à Orotava, tombent en lambeaux de mes pieds meurtris.

Le soleil est déjà levé quand nous atteignons enfin le sommet. Un vent glacial y souffle avec une telle violence que nous sommes obligés de nous cramponner des mains et des pieds pour ne pas être précipités dans l'abîme.

Mais quel spectacle merveilleux récompense nos efforts! A nos pieds, au-dessous du Pilon inondé de lumière, un amoncellement chaotique de roches noires tombent dans l'immense cirque des Cañadas. La Montaña Blanca aux flancs arrondis et la Chahorra au cratère béant se dressent à l'Est et à l'Ouest du pic, formant avec lui un massif gigantesque au centre de cette vaste arène désolée où les ponces et les lavés mettent de larges taches claires et sombres. Une haute muraille de roches déchiquetées, ébréchée par d'anciens cataclysmes, encadre ce paysage lunaire que complète, à l'occident, un groupe d'une douzaine de volcans secondaires. A l'orient, l'enceinte des Cañadas se rattache à la cordillère, épine dorsale de l'île, dont la crête est toute dorée par les rayons du soleil, tandis que ses flancs demeurent plongés dans l'ombre. Tout autour des Cañadas, la sombre verdure des *pinars* et du *Monte Verde*; puis, plus loin, le jaune et le vert tendre des cultures émaillées de villes et de villages. Plus loin encore, la côte découpée en baies et en promontoires bordés d'un liséré blanc d'écume. Enfin, l'immensité bleue de la mer où traînent des lambeaux de nuages et d'où émergent, à des distances variant entre 50 et 450 kilomètres, les îles de Gomera et de Gran Canaria et les silhouettes moins précises de Hierro et de Palma. Fuerteventura et Lanzarote, visibles en théorie et souvent — paraît-il — en réalité, nous restent cachés au delà de la zone lointaine où l'azur de la mer se fond dans l'azur du ciel. Jamais je n'ai senti l'immensité de la mer comme sur ce point élevé, d'où le regard embrasse une étendue de plus de 100.000 kilomètres carrés.

Le cratère du Pilon n'a qu'environ 25 mètres de profondeur et 80 mètres de diamètre. Nous en faisons le tour en rampant et allons chauffer nos

mains engourdies aux vapeurs sulfureuses qui s'échappent de l'un de ses nombreux événements. Son fond est tapissé d'un dépôt blanc ou jaunâtre de soufre presque pur.

La descente du Pilon n'est qu'une glissade qui se termine à la Rambleta au bout de quelques minutes et achève mes chaussures.

De là, mon guide m'ayant proposé de visiter la Cueva del Hielo, nous prenons un chemin différent de celui que nous avons suivi en montant. Ici, pas de sentier; nous dégringolons de rocher en rocher, grimant, glissant, sautant et atteignons en peu de temps l'entrée d'une profonde caverne, où la neige et la glace se conservent toute l'année. Les indigènes prétendent qu'elle communique avec celle d'Icod, qui servait de nécropole aux Guanches.

A Alta Vista, le café préparé par l'*arriero* nous attend, et, à sept heures et demie, nous repartons pour Orotava. La descente du Lomo tieso est moins laborieuse que la montée, mais plus scabreuse. Cependant nos mules sont de vraies chèvres et nous atteignons la Montaña Blanca sans accident. Puis nous traversons les Cañadas, le Portillo, le Barranco de la Reina et, à onze heures, nous nous arrêtons à l'ombre d'un groupe d'*escobones* sur les bords du Barranco de los Charquitos. Après une

halte d'une heure, dont nous profitons pour déjeuner des reliefs de nos provisions et pour vider la dame-jeanne, nous reprenons la descente sur Orotava, où nous arrivons à deux heures de l'après-midi.

A trois heures, ayant pris congé de mes hôtes de la *fonda* et serré la main à mes braves compagnons, je prends le coche de Santa-Cruz, qui, cette fois, toujours grâce à la fête patronale, est presque vide, de sorte que je puis m'y installer commodément.

A neuf heures du soir, je suis de retour dans la capitale, où j'apprends le départ, le jour même, de la *Ville-de-Maranhao*, de la Compagnie des Chargeurs-Réunis, sur laquelle je m'étais proposé de m'embarquer pour Bordeaux et qui n'était attendue que le lendemain ou le surlendemain.

Le premier bateau dont je pourrai profiter, le *Satruestgui* de la Compañia trasatlantica, à destination de Cadix, Barcelone et Gènes, doit arriver de Buenos-Ayres le 17. Il me reste donc trois jours à consacrer à Santa Cruz et à ses environs.

Le *Satruestgui* paraît à la date prévue, et le même soir nous voguons vers la vieille Europe.

D^r F. Weisgerber.

L'ADRÉNALINE

SON ACTION PHYSIOLOGIQUE ET SES APPLICATIONS THÉRAPEUTIQUES

Parmi les innombrables produits thérapeutiques qui, chaque année, font leur apparition, il en est un très grand nombre qui, fort rapidement, tombent dans l'oubli; d'autres parviennent à exciter l'intérêt pendant un temps plus ou moins long, mais finissent par perdre peu à peu de leur vogue; d'autres enfin, et c'est la rarissime exception, de par leurs propriétés tout à fait remarquables, s'imposent d'emblée et d'une façon durable à l'attention des physiologistes et des cliniciens. C'est dans cette dernière catégorie de nouveautés thérapeutiques que se classe à coup sûr l'adrénaline. Son apparition, on s'en souvient, fit assez de bruit et provoqua un sentiment de curiosité très vive, en raison de son pouvoir de vaso-constriction intense et de son action si énergique sur la pression artérielle. C'étaient là des propriétés tout à fait inattendues, bien faites pour intéresser au plus haut degré le monde médical et réformer, dans une certaine mesure, certains procédés thérapeutiques.

Rares sont les acquisitions de la matière médi-

cale, qui, à l'instar du chloroforme, de la cocaïne et de certains sérums, viennent ainsi marquer une phase nouvelle dans l'évolution de l'art de guérir; aussi est-il intéressant de bien connaître l'action et les applications de cet agent thérapeutique remarquable qu'est l'adrénaline.

I

L'adrénaline, produit du règne animal, est le principe actif des capsules surrénales (*adrenal glands* des Anglais). C'est Jokishi Takamine (New-York) qui,

↑ Temps de marche de l'ascension du Teide :

MONTÉE		DES- CENTE
1h10m.	Orotava	Fuente de la Cruz. 50m.
1h20m.	Fuente de la Cruz.	B ^o de los Charquitos. 1h05m.
1h30m.	B ^o de los Charquitos.	Portillo 1h15m.
1h35m.	Portillo	Montaña Blanca 1h30m.
1h15m.	Montaña Blanca	Alta Vista 45m.
1h10m.	Alta Vista	Sommet 35m.
8 h ⁰⁵ :	Total.	Total. 6 h ⁰⁵ .

en 1901, parvint le premier à l'isoler de ces organes à l'état pur, sous forme d'une poudre blanche cristalline, difficilement soluble dans l'eau à froid, mais facilement soluble à chaud. Est-ce à dire que ce produit était totalement inconnu, et qu'il surgissait ainsi un composé mystérieux et insoupçonné dont on n'avait aucune notion? Non. Grâce aux recherches de Vulpian, Virchow, Oliver et Schaeffer, Langlois et Abelous, Albanèse, etc., on savait que l'extrait aqueux de capsules surrénales possède une action locale anémiant et une action générale se manifestant par une augmentation de la pression sanguine. Mais, en raison de la grossièreté du produit, qui, d'ailleurs, était loin d'être toujours identique à lui-même, cette action se montrait faible et peu marquée; et, de même qu'avant la découverte de la cocaïne l'emploi thérapeutique de la teinture de coca n'avait pas fait pressentir les propriétés précieuses de cet alcaloïde, de même la simple et primitive préparation de l'extrait de capsules surrénales n'avait pu faire prévoir l'action énergique de ce principe actif.

Il fallait donc recourir à des procédés plus délicats, et faire porter les diverses manipulations sur une quantité considérable de capsules surrénales — la préparation de quelques grammes d'adrénaline pure exigeant à peu près un troupeau de bœufs — pour obtenir à l'état de pureté une quantité appréciable de la partie active. Voici quel est, dans ses grandes lignes, le mode de préparation de cette substance, d'après les indications de Takamine : On fait d'abord un extrait aqueux, poussé aussi loin que possible, de la substance médullaire des capsules surrénales fraîches de bœuf. Ensuite, ce liquide, qui renferme de l'adrénaline en solution, est traité de diverses façons, précipitations, centrifugations, évaporations, etc., pour le débarrasser des substances albuminoïdes et des matières étrangères, si bien qu'en dernière analyse le liquide en question contient surtout de l'adrénaline. Celle-ci est alors précipitée, sous forme d'une poudre blanche cristalline, par addition de la quantité nécessaire d'ammoniaque concentrée. Ce précipité constitue l'adrénaline pure qui, d'après Takamine, répondrait à la formule brute $C^{10}H^{15}AzO^3$; on la combine alors à l'acide chlorhydrique, de manière à obtenir le chlorhydrate d'adrénaline, et c'est ce sel d'adrénaline qui est vendu dans le commerce en solution fixe à 1 ‰.

L'adrénaline étant actuellement un produit commercial, on l'a présentée au public sous divers noms qui tous rappellent plus ou moins son origine : *épinéphrine*, *suprarénine*, *suprarenidine*, *rénoforme*, etc. Dans les lignes qui suivent, nous nous servirons de la dénomination d'adrénaline, qui est la plus usitée et la plus connue.

II

Le point principal qui domine, peut-on dire, le mode d'action de l'adrénaline est l'action en quelque sorte élective qu'elle exerce sur la fibre musculaire lisse; dès qu'il y a contact entre ces deux éléments, il se produit une véritable contraction spasmodique, une contracture du tissu musculaire lisse, qui dure pendant un temps assez long. Sur le tissu musculaire strié, l'adrénaline ne présente pas cette action, tandis que sur la fibre musculaire cardiaque, intermédiaire entre la fibre musculaire lisse et la fibre musculaire striée, elle agit d'une façon également intermédiaire, en ce sens qu'elle en renforce et l'excitabilité et la contraction; c'est ce qui explique en partie son action générale, dont nous parlerons plus loin.

L'action locale de l'adrénaline se manifeste ainsi tout particulièrement sur la tunique musculaire des vaisseaux sanguins; sous cette influence, ceux-ci se resserrent en diminuant ou même en effaçant totalement leur lumière, suivant que leur calibre est grand ou petit. C'est donc un vaso-constricteur intense; c'est même le plus énergique que l'on connaisse, ce qui en fait, dans l'espèce, un agent thérapeutique de premier ordre; de plus, avantage qui a toute sa valeur, étant donnée la cherté du produit, l'adrénaline agit encore d'une façon tout à fait remarquable à des doses excessivement réduites.

C'est surtout à la surface des muqueuses, voire même de la peau, que cette action s'observe le mieux; les vaisseaux capillaires avec lesquels elle arrive en contact se rétrécissent au maximum, se vident littéralement, de manière que la muqueuse, en cet endroit, présente une surface anémiée, dépourvue de sa coloration primitive; il est donc permis de dire que *la circulation est momentanément suspendue dans les régions que touche l'adrénaline et cela sans qu'elles soient altérées*. Choisissons, par exemple, la muqueuse nasale, qui se prête très bien pour suivre l'évolution de ce phénomène. En y déposant quelques gouttes d'une solution très faible d'adrénaline, 1 ‰ par exemple, aucune sorte de sensation n'est perçue par le sujet; en même temps, on voit la muqueuse blanchir presque immédiatement et se rétracter; on a l'impression que celle-ci a disparu et que c'est l'os à nu que l'on a sous les yeux. Quelque temps après, on peut impunément inciser, racler, cautériser cette surface sans que la moindre goutte de sang vienne sourdre sur le champ opératoire. Sur l'œil, l'effet est tout aussi frappant. Une goutte d'une solution à 1/10.000, instillée dans le cul-de-sac conjonctival, détermine l'ischémie en trente à soixante secondes; le globe oculaire

laire pâlit et semble être devenu de porcelaine, tant est grande la vaso-constriction à cette surface, où d'ailleurs l'absorption se fait très facilement. Détail curieux, cette action vaso-constrictive s'étend même aux capillaires de la peau à travers l'épiderme, ce qui se remarque aux traînées blanches apparaissant sur les joues, là où des larmes chargées d'une très petite quantité d'adrénaline ont coulé.

Cependant, ajoutons que, si la fibre musculaire lisse répond si vite et si intensément à l'influence adrénalinienne, elle ne peut impunément subir

tout son action générale, qui se traduit par une augmentation notable de la pression sanguine. Ici également des doses excessivement faibles suffisent pour produire des effets tout à fait caractéristiques. L'expérience suivante, dont nous fournissons le tracé (fig. 1), emprunté au travail de J. Lesage sur l'adrénaline¹, en fournira une idée précise. Un chien de 39 kilogrammes est préparé sous anesthésie de manière que son artère fémorale, mise en rapport avec un appareil inscripteur, donne la courbe de la pression sanguine; l'artère carotide, par l'intermédiaire de la pince Laulanié, donne le

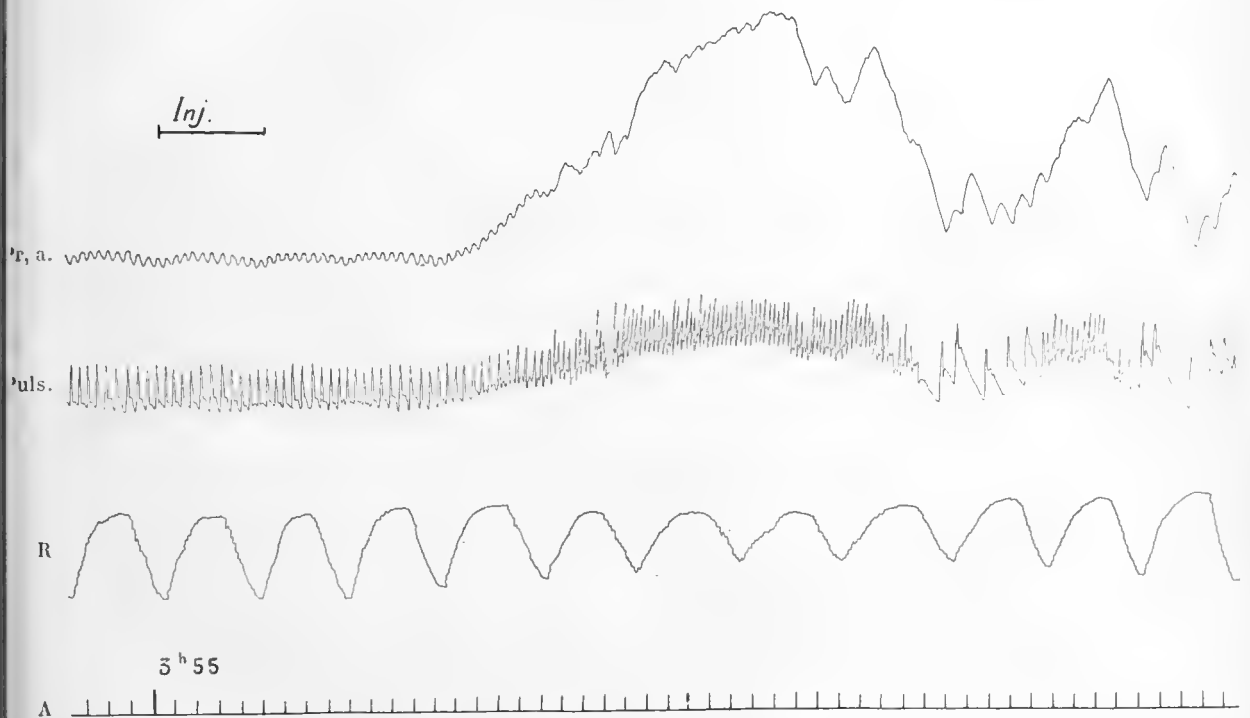


Fig. 1. — Injection intra-veineuse de 1 mgr. d'adrénaline au chien (soit 0,02 mgr. par kg.). — A, ligne d'abscisses sur laquelle le temps est indiqué en secondes; Pr. a., pression artérielle; Puls., pulsations; R, mouvements respiratoires.

trop souvent cette action. Si l'on fait des applications multiples et répétées de ce médicament, il arrive que la fibre musculaire lisse finit par s'atrophier, dégénérer et sera remplacée par la fibre conjonctive; d'où cette conséquence, que la paroi des vaisseaux perdra peu à peu de sa contractilité, verra sa couche musculaire diminuer, sa tunique conjonctive augmenter et sera finalement frappée d'artério-sclérose.

III

Comme nous le disions plus haut, l'adrénaline possède aussi une action bien marquée sur la fibre cardiaque; elle excite et renforce la contractilité du cœur, et c'est ainsi qu'elle détermine sur-

tracé du pouls; les mouvements respiratoires sont enregistrés par le pneumographe de Marey; enfin, la veine jugulaire est isolée de manière à pouvoir y injecter l'adrénaline. Une fois les appareils en marche, on lit sur le papier du tambour la courbe normale de la pression, puis, à un moment donné, on injecte par la veine jugulaire 1 milligramme d'adrénaline, soit 0,02 milligramme par kilogramme d'animal. Onze à douze secondes après cette injection, la courbe se relève brusquement et notablement, tandis que les pulsations se précipitent et deviennent irrégulières; la respiration n'est pas sensiblement modifiée; ces phénomènes persis-

¹ J. LESAGE: Recherches expérimentales sur l'adrénaline. *Arch. intern. de Pharmacodynamie et de Thérapie*, vol. III, p. 245, 1905.

tent quelques minutes, diminuent progressivement, puis tout rentre dans l'ordre et revient à la normale. Cela nous indique que, sous l'influence de l'adrénaline, le travail du cœur a acquis une énergie de beaucoup supérieure à celle qu'il présentait antérieurement. Cette hypertension est due, d'une part, à la contraction spasmodique des vaisseaux dont les parois sont entrées en contact avec la substance active, phénomène exactement semblable à ce qui se passe lorsque l'adrénaline est déposée à la surface d'une muqueuse; mais, comme le calibre des vaisseaux est ainsi notablement rétréci, il s'ensuit une résistance plus grande dans le courant du liquide sanguin, amenant ainsi l'hypertension. D'autre part, elle est surtout due à l'excitation du cœur lui-même par l'adrénaline.

Pour mieux mettre en lumière cette sensibilité du cœur, et pour montrer combien grande est sa susceptibilité à répondre à l'excitation de l'adrénaline, nous mentionnerons ici la très intéressante expérience imaginée par le D^r G. W. Crile, professeur de Clinique chirurgicale à Cleveland (État d'Ohio). Voici en quoi elle consiste : Un chien étant anesthésié à l'éther, on pratique la trachéotomie, puis, comme dans l'expérience précédente, une artère importante, ici la carotide, est mise en relation avec la pointe écrivante, qui trace, sur un tambour noir ci à la fumée et tournant avec une vitesse constante, la courbe de la pression sanguine; la veine jugulaire est préparée de façon à recevoir l'injection. Ceci fait, on asphyxie l'animal. En suivant sur le tambour le tracé de la pression artérielle, on se rend compte exactement de l'instant précis où le cœur cesse de battre; la ligne, à partir de ce moment, est une horizontale qui ne subit plus d'oscillations. On note ce point, qui correspond à la mort certaine de l'animal. Dix minutes après, par la plaie de la trachéotomie, on introduit une canule spéciale en communication avec un appareil de soufflerie, sorte de pompe aspirante et foulante faisant alternativement pénétrer et ressortir l'air destiné au poumon et assurant ainsi le jeu de la respiration artificielle. Si alors, dans la veine jugulaire, on injecte une solution d'adrénaline, aussitôt que celle-ci est arrivée dans la circulation, la courbe indiquant la pression sanguine se relève tout d'un coup et, faisant un véritable bond, atteint d'emblée un niveau assez élevé; au bout d'une minute, le cœur se remet de nouveau à battre. Progressivement, la courbe de la pression sanguine se rapproche de la moyenne et l'action du cœur se régularise; après un certain temps, dépassant rarement une à deux minutes, les mouvements respiratoires se rétablissent; l'animal est sauvé.

Comme on le voit, c'est une méthode de rappel à la vie, qui n'aurait jamais échoué entre les mains du D^r Crile, à condition, toutefois, que l'injection intraveineuse d'adrénaline soit pratiquée *quinze minutes* au plus tard après l'arrêt du cœur. C'est là une limite extrême qui est de rigueur. Il n'est pas nécessaire que la solution d'adrénaline soit concentrée; celle dont se sert M. Crile est au litre de 1 pour 50.000.

On entrevoit déjà la portée pratique immense qui pourrait se dégager de cette simple expérience de laboratoire, et c'est bien ici qu'éclate dans tout ce qu'elle a de merveilleux l'action de l'adrénaline. En effet, cette méthode pourrait parfaitement s'appliquer à l'homme, aux noyés, par exemple, pour citer un des cas les plus fréquents de mort par asphyxie, et où déjà la respiration artificielle, pratiquée patiemment et longuement, amène de brillants résultats. L'injection intraveineuse d'adrénaline semble donc ici tout à fait indiquée et devoir réussir, à moins que le cœur n'ait cessé de battre depuis plus d'un quart d'heure. D'ailleurs, le D^r Crile lui-même a eu l'occasion d'appliquer avec succès sa méthode chez un individu qui avait subi un grand traumatisme.

Afin de se mieux rendre compte des effets de l'adrénaline sur le cœur, voyons ce qui se passe, non plus lorsqu'on expérimente sur l'organisme entier, mais bien sur l'organe extirpé, isolé, n'ayant plus aucune attache avec le système nerveux central, suspendu dans une étuve vitrée à température convenable, alors qu'une solution physiologique appropriée circulant à travers ses tissus lui assure sa nutrition. Dans ces conditions, le cœur, au bout d'un certain temps, récupère ses battements normaux, et l'œil même de l'observateur peut suivre toutes les phases de son travail, qui, d'ailleurs, est inscrit par l'organe lui-même à l'aide du kymographe. Si, alors, on injecte au moyen d'une seringue de Pravaz une petite quantité de la solution à 1 pour 1.000 d'adrénaline dans un tube de caoutchouc aboutissant à l'aorte, on voit aussitôt le rythme du cœur se modifier; en effet, la ligne du tracé se relève subitement, tandis que l'on assiste à des contractions tumultueuses et extraordinaires. L'activité de l'adrénaline est si marquée que, pour des doses pour ainsi dire infinitésimales, elle exerce encore son action physiologique. Les expériences de M. Kochmann et J. De Vos le démontrent⁴. C'est ainsi que ces expérimentateurs sont parvenus à obtenir encore une augmentation de la pression sanguine pour une dose de 0,0004 milligramme,

⁴ M. KOCHMANN et J. DE VOS : De la rapidité avec laquelle le principe actif des capsules surrénales, donné en injection intraveineuse, disparaît du sang. (*Arch. internat. de Pharmacodyn. et de Thérap.*, vol. XIV, fasc. 1 et 2, 1905.

qu'ils considèrent comme la *dose minima active*. Cela nous indique que, comme moyen de déceler la présence de l'adrénaline dans les liquides, le sang par exemple, ce procédé de réaction physiologique *in vivo* laisse loin derrière lui les méthodes d'analyse chimique, qui seraient impuissantes à arriver au même résultat pour une quantité aussi minime.

IV

Sur les autres appareils de l'organisme, l'adrénaline agit d'une façon moins marquée; c'est ainsi que, du côté de la respiration, on constate simplement une diminution des mouvements respiratoires. Un autre fait intéressant à noter, c'est que le principe actif des capsules surrénales détermine une sorte de diabète temporaire, si l'on peut s'exprimer ainsi; toujours est-il qu'il fait apparaître le sucre dans l'urine. La répétition des injections d'adrénaline amènerait une immunité telle de l'organisme que la glycosurie ne se produit plus.

Pour déterminer ces différents effets, il n'est pas indifférent d'administrer l'adrénaline d'une façon quelconque; l'injection sous-cutanée, par exemple, ne détermine pas de changement appréciable dans la pression sanguine. Ce fait serait dû à ce que, l'adrénaline exerçant sur place son action vasoconstrictive, il en résulte que les vaisseaux ne sont plus aptes à la résorption, l'adrénaline se trouvant en quelque sorte emprisonnée au lieu d'injection et ne pouvant se diffuser dans le torrent circulatoire. De même encore, après administration par la bouche, on n'obtient aucun résultat, même pour une dose de 0 gr. 06. Cela tiendrait en partie à l'action neutralisante du foie et à la destruction du produit sur place. Il faut donc, pour que ce médicament développe son action générale, qu'il soit administré en injection intravasculaire, et encore importerait-il que le vaisseau choisi ne traverse pas immédiatement le foie ou une masse musculaire. En effet, le muscle et le foie, ainsi que d'autres organes, diminuent beaucoup cette action. Si l'on injecte l'adrénaline dans le bout périphérique d'une artère musculaire d'un chien, il faut, pour amener une augmentation déterminée de la pression sanguine, une dose deux fois plus élevée que celle qui produit le même effet, alors qu'elle est injectée dans la veine saphène; encore cette double dose est-elle insuffisante si l'artère irrigue des muscles préalablement fatigués. De même, si l'on pratique une injection intrahépatique, l'effet sphymogénique est très inférieur à celui qu'on obtient après l'injection intraveineuse. Après l'injection intra-pulmonaire ou dans la paroi intestinale, les effets seraient nuls. Il y a là donc une influence exercée par ces organes, qui semblent re-

tenir une partie de la substance active et s'opposer ainsi au développement de son action générale. De l'ensemble de ces faits, il découle clairement que, pour obtenir le maximum d'action générale, *il faut que l'adrénaline soit injectée dans une veine périphérique*.

V

D'après ce qui précède, il est facile de se rendre compte, si l'on considère que l'adrénaline est répartie dans l'organisme en quantité infime et que son action se manifeste encore puissamment pour des doses excessivement minimes, il est facile de se rendre compte, disons-nous, qu'elle constitue à l'occasion un poison d'une violence extrême. C'est avant tout un poison du système nerveux. On a donc naturellement recherché quelle est exactement sa *toxicité*. D'après les investigations de Battelli et de Bouchard, orientées dans ce sens chez le cobaye et le lapin, il résulte que la dose mortelle d'adrénaline, administrée en injection intraveineuse, est de 1 à 2 dixièmes de milligramme par kilogramme d'animal. Ces chiffres sont assez significatifs par eux-mêmes, pensons-nous, pour ne pas devoir insister particulièrement sur cette toxicité énorme. Cependant, il nous semble intéressant de rapporter brièvement le tableau de son intoxication. Comme pour beaucoup de substances ayant une action directe sur le système nerveux, on note des troubles de ce domaine; ceux-ci se traduisent par des convulsions toniques et cloniques, de l'opisthotonos et de la paralysie des membres postérieurs; puis ce sont des troubles cardio-pulmonaires, caractérisés par une respiration accélérée tout d'abord, ensuite très ralentie aux approches de la mort, l'apparition d'un œdème pulmonaire signalé par un peu d'écume, parfois rosée, à la bouche et aux narines. C'est dans ces conditions que l'animal succombe. La mort peut également se produire par la paralysie du centre respiratoire.

L'adrénaline est donc très toxique; c'est là un fait qu'il ne faut pas perdre de vue en médecine pratique; seulement, le tout est de savoir la manier. Il faut en user envers elle comme envers les autres médicaments d'un usage délicat, la strychnine ou l'aconitine, par exemple, et rester strictement dans les doses permises, ce qui est surtout possible pour les applications externes. D'un autre côté, il faut reconnaître qu'elle n'a pas d'effets cumulatifs, ce qui tiendrait à sa prompte oxydation dans l'organisme.

Ces réserves faites, disons qu'il y a moyen de l'utiliser dans la pratique, et, d'après l'exposé succinct que nous avons donné de ses propriétés physiologiques, on se rend déjà compte que vaste peut être le champ de son application. Voyons donc

quelles sont ces applications et les effets thérapeutiques qu'elle détermine.

VI

Ainsi qu'il est facile de se l'imaginer, il est possible d'appliquer l'adrénaline comme hémostatique dans une foule de cas les plus divers. Et d'abord, en ce qui concerne l'hémostase préventive, on peut, dans beaucoup d'opérations, bénéficier largement de son emploi. C'est avant tout pour prévenir les hémorragies capillaires ou en nappe, si difficiles à arrêter par les moyens ordinaires, qu'on y a recours. Dans cet ordre d'idées, c'est principalement la *rhinologie* qui constitue le domaine le plus important de l'application de l'adrénaline, là où les opérations portent sur la muqueuse nasale et ses dépendances ; d'autant plus qu'en y associant la cocaïne, on se trouve dans des conditions idéales pour intervenir. Suppression de la douleur d'une part, tissus privés de sang d'autre part, d'où possibilité de tailler, d'inciser et même de réséquer des fragments osseux, le tout à blanc. Mêmes avantages pour les opérations ophtalmologiques superficielles. En *gynécologie*, également, on a pu mettre à profit ces qualités de l'adrénaline. Les *curettages de l'utérus*, par exemple, peuvent s'effectuer avec le minimum d'hémorragie possible, alors que la muqueuse est préalablement mise en contact avec une solution d'adrénaline à 1 p. 5.000. Signalons aussi les cas d'*amputation du col*, où l'hémorragie est toujours abondante et le calibre des vaisseaux assez important, et où cependant l'effet vaso-constrictif de ce médicament, appliqué en solution à 1 p. 1.000, se montre très favorable.

Dans les cas d'*hémorragie déclarée*, l'adrénaline est aussi d'un puissant secours, à la condition, toutefois, que le volume des vaisseaux ne soit pas trop considérable ; c'est particulièrement dans les régions difficilement accessibles ou même inaccessibles aux pratiques d'hémostase directe qu'elle se montre vraiment précieuse. Tel est le cas, par exemple, pour la vessie, l'utérus, les poumons, l'intestin, l'estomac, etc. ; l'hémorragie de ces organes peut être efficacement combattue et arrêtée par les applications locales d'adrénaline administrée tantôt en irrigation, tantôt en lavement, tantôt en ingestion suivant les cas.

Une mention spéciale s'adresse cependant aux *hémorragies pulmonaires* de la tuberculose, où le médicament est donné en injection hypodermique ; plusieurs essais ont été tentés dans ces cas : les doses administrées variaient de 1/2 à 3/4 ou 1 milligramme et ont abouti quelquefois, mais pas toujours, à arrêter l'hémoptysie. Seulement, il faut reconnaître que ce mode de traitement réclame une

extrême prudence, les faits cliniques ayant établi que des doses supérieures à 1/2 milligramme sont dangereuses. On a observé, en effet, à la suite de l'administration de 3/4 et 1 milligramme, des symptômes d'intoxication se traduisant par des vertiges, malaise général, vomissements, somnolence, céphalalgie, etc. Comme l'action de l'adrénaline est surtout locale quand elle est injectée sous la peau, et qu'elle n'influence guère les vaisseaux situés à distance, on a songé, dans les cas d'hémoptysie, à porter le médicament plus directement en contact avec le siège de l'hémorragie ; c'est pourquoi nous signalons ici l'expérience tentée par M. Bouchard. Celui-ci, dans deux cas d'hémoptysie, a fait pénétrer directement le médicament dans les voies aériennes, en piquant la trachée. Chez un de ces sujets, un centimètre cube d'une solution au dix-millième a arrêté l'hémoptysie en quelques heures ; le lendemain fut injectée la même quantité d'une solution deux fois plus forte ; l'hémoptysie ne s'est pas reproduite.

On le voit, l'adrénaline en application locale convient dans une multitude de circonstances, et il serait bien long de passer en revue toutes ses indications, tant elles sont nombreuses ; toutefois, il nous semble encore intéressant de mentionner les affections où l'on veut combattre un afflux sanguin trop abondant dans une région donnée. Ceci s'applique notamment aux inflammations superficielles des muqueuses, dont l'exemple type à signaler est celui des différentes variétés d'inflammation du globe oculaire, conjonctivites ou kératites ; quelques gouttes d'adrénaline très diluée, déposées à la surface de l'œil, suffisent à en faire disparaître tout de suite la rougeur, ainsi que la sensation de cuisson qu'éprouve le malade. Dans le même ordre d'idées, on a essayé avec succès l'adrénaline dans le traitement des *hémorroïdes*, surtout des hémorroïdes rebelles à la réduction, fluentes et douloureuses ; un tamponnement ou un badigeonnage du médicament exerce une vaso-constriction telle de la tumeur hémorroïdale que celle-ci peut être rentrée sans difficulté.

De tout ceci il résulte que, localement, l'adrénaline peut être employée dans la très grande majorité des cas avec réussite immédiate ; mais il est aisé de comprendre que, pour certaines affections, une seule application ne suffit pas et que celle-ci doit être répétée ; or, c'est précisément ici que le praticien doit user de prudence. Nous l'avons dit, l'adrénaline est un produit qui exerce surtout son action sur place et qui ne se diffuse pas quand il est appliqué localement, d'où cette conséquence que les applications trop souvent répétées à un même endroit finissent par amener des symptômes d'intoxication locale, aboutissant à des pro-

cessus de gangrène. C'est là un des inconvénients de l'adrénaline dont il faut tenir compte, mais que la prudence fera éviter.

Quant à l'*usage interne* de l'adrénaline, on a signalé quelques indications, assez restreintes il est vrai. D'ailleurs, un obstacle assez sérieux semble s'opposer jusqu'ici à l'extension de cette thérapeutique: c'est l'incertitude dans laquelle on se trouve au sujet de sa posologie. Il en résulte que, jusqu'à présent, c'est par tâtonnements qu'on a procédé dans cette voie, en s'exposant parfois à de graves mécomptes; or, tant que la clinique n'aura pas déterminé d'une façon rigoureuse les doses permises, le maniement de l'adrénaline restera toujours dangereux. Ceci dit, signalons les tentatives qui ont été accomplies.

D'abord dans la *maladie d'Addison*, où les capsules surrénales ne remplissent plus qu'imparfaitement leur fonction physiologique, on a pensé qu'en rendant de l'adrénaline à l'organisme on suppléerait à ce défaut; mais l'adrénaline n'est qu'un des produits de la sécrétion interne de ces organes. Quoiqu'il en soit, certains addisoniens soumis à ce traitement en auraient retiré une amélioration évidente, ce qui peut faire admettre, jusqu'à preuve du contraire, que, dans les cas de ce genre, l'extrait surrénal a agi comme l'aurait fait la sécrétion interne. Seulement, l'expérience a démontré qu'à un stade avancé de cette affection, l'adrénaline expose à de graves dangers, voire même à la mort.

Puisque l'adrénaline est surtout un puissant tonique cardiaque, il semblait naturel de la mettre à profit dans les circonstances où le cœur faiblit, donc dans l'*anasthénie cardiaque*. Il est vrai qu'elle peut alors agir comme un remède héroïque, mais son emploi doit être toutefois très limité dans les maladies chroniques du cœur, attendu que la vasoconstriction des vaisseaux qu'elle détermine peut accroître d'une manière dangereuse l'obstacle contre lequel cet organe doit lutter.

Des résultats favorables ont été également rapportés dans certains cas d'*accès d'asthme* reconnaissant pour cause une tuméfaction de la muqueuse bronchique par hypotonie vasculaire, créant un obstacle à la libre circulation de l'air. Une injection hypodermique de cinq à six gouttes d'adrénaline à 1 : 1.000 est capable de faire disparaître rapidement la suffocation et soulage le malade. Il convient, cependant, de ne pas employer des doses plus élevées, afin d'éviter une contraction

trop énergique des capillaires avec vaso-dilatation réactionnelle consécutive et reproduction de l'accès.

Enfin, d'après les recherches tout récentes de Bier et Dönitz, ainsi que d'après les essais tentés par bon nombre de chirurgiens, l'adrénaline rendrait plus maniable et plus inoffensive l'*anesthésie médullaire* par la cocaïne. Cette anesthésie par l'action combinée de la cocaïne et de l'adrénaline consisterait à pratiquer la ponction lombaire, à laisser sortir une petite quantité de liquide cérébro-spinal, et à injecter, par la canule laissée en place, d'abord 1 centimètre cube d'adrénaline en solution à 1 : 2.000, puis, au bout de cinq minutes, une certaine quantité de cocaïne à 1 : 100, de façon à introduire, suivant les cas, de 5 milligrammes à 2 centigrammes de cocaïne. De cette façon, le principe actif des capsules surrénales enrayerait dans une certaine mesure la toxicité de l'alcaloïde, attendu que l'anémie causée par l'adrénaline s'oppose efficacement à la résorption de la cocaïne, au passage de celle-là dans la circulation générale et aux phénomènes d'intoxication générale qu'un tel passage peut provoquer. Dans ces conditions, sur cent vingt et une opérations pratiquées par M. Bier, celui-ci eut l'impression que les inconvénients observés dans 45 % des cas, céphalalgie, vomissement, fièvre, étaient moins accusés qu'avec la cocaïne seule.

VII

Telles sont, exposées assez brièvement d'ailleurs, — ce sujet étant un des plus vastes de la Pharmacologie moderne, — les propriétés pharmacodynamiques et thérapeutiques de l'adrénaline. Ainsi qu'on peut en juger, c'est surtout en application externe que cet agent peut rendre de très grands services et qu'il faut lui reconnaître de précieuses qualités. Malheureusement, on ne peut en dire autant de son administration interne; l'impossibilité dans laquelle on se trouve encore d'en fixer les doses convenables en fait un médicament dont il faut se méfier et qui peut exposer à de sérieux inconvénients. Force est donc d'attendre encore pour pouvoir porter sur lui un jugement définitif, et pour savoir si, plus tard, il méritera vraiment l'appellation que lui donnait en 1902 Lermoyez: « un grand médicament de l'avenir ».

D^r J. Meurice,

Assistant à l'Institut de Pharmacodynamie
et de Thérapie de l'Université de Gand.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Boulvin (J.), *Professeur à l'Université de Gand, Directeur des Constructions maritimes de l'Etat belge.* — **Cours de Mécanique appliquée aux Machines.** 3^e fascicule : **Théorie des Machines thermiques.** 2^e édition. — 1 vol. in-8° raisin de 548 pages avec 203 figures. (Prix : 12 fr. 50.) E. Bernard, éditeur. Paris, 1905.

Une seconde édition et un prix de l'Académie des Sciences, voilà un double honneur qui témoigne de la haute valeur du livre du savant professeur de l'Université de Gand; qu'il nous soit permis de faire ressortir, d'autre part, le plan rationnel et l'esprit éminemment pratique de cet ouvrage. Un coup d'œil jeté sur la table des matières permet de se rendre compte de la logique rigoureuse qui a présidé à la composition de l'œuvre : après avoir rappelé les principes de Thermodynamique générale sur lesquels est fondée la théorie des machines thermiques, l'auteur traite longuement la question de l'écoulement des fluides, puis il aborde tour à tour l'étude des machines à air chaud, des machines à mélanges tonnants, des machines à vapeur et des machines à glace. Les exposés sont rigoureux et complets; tout est dit, dans le meilleur ordre qui convient, et il n'est rien dit d'inutile. Les théories sont simples et lucides : elles aboutissent à des formules d'une application facile. M. Boulvin évite avec raison de compliquer ses théories en recherchant une précision spéculative, qui n'aboutit pas à des résultats plus exacts et ne fait découvrir aucun fait nouveau. Les ingénieurs apprécieront l'esprit éminemment pratique de ce cours de Mécanique appliquée, professé à l'École du Génie civil de Gand, et ils enverront ce maître à leurs jeunes collègues belges. Je crois devoir leur signaler en particulier l'emploi qui est fait par M. Boulvin du diagramme entropique de Belpaire; ils étudieront avec fruit les paragraphes consacrés à la vapeur surchauffée, aux actions de paroi, d'après la théorie de Hirn, au mouvement de la chaudière dans les parois suivant les idées de Kirsch et Nadal, aux turbines à vapeur, etc.

La netteté des caractères et la correction typographique font honneur à l'éditeur. **AIMÉ WITZ,**
Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.

Houllevigue (L.), *Professeur à l'Université de Caen.* — **Du Laboratoire à l'Usine.** — 1 vol. in-18 de 299 pages. (Prix : 3 fr. 50.) A. Colin et C^o, éditeurs. Paris, 1905.

L'auteur de ce petit ouvrage applique le programme préconisé par M. Liard et qui a pour objet d'infuser à l'enseignement un esprit nouveau en quittant pour le concret l'abstraction à outrance. Il met à la portée du public un certain nombre de questions scientifiques et les lui présente de façon à lui faire suivre l'enchaînement existant entre l'empirisme des débuts, les lois générales qui en découlent et les applications pratiques auxquelles ces lois aboutissent.

Les huit chapitres du livre forment autant de véritables conférences sur des sujets entièrement d'actualité. C'est d'abord le rôle des machines, dont les progrès sont subordonnés à une loi historique qui se dégage. L'auteur établit que toutes les machines, depuis le simple levier jusqu'à la dynamo, sont des transformateurs d'énergie plus ou moins parfaits et montre dans quel sens et dans quelles proportions ce machinisme est arrivé à modifier notre état social. — Le moteur à gaz, depuis les progrès considérables qu'il a réalisés au courant de

ces dernières années, est devenu un concurrent redoutable pour la machine à vapeur et mérite bien les quelques pages qui lui sont consacrées. — Vient ensuite une étude concernant le transport et la distribution de l'énergie, étude qui roule principalement sur le transport de la force par l'électricité : c'est là, en effet, un moyen qui laisse bien loin en arrière ceux dont on disposait pour la transmission, arbres, engrenages, courroies, câbles, eau et air comprimés, etc. — Du reste, l'évolution n'est pas terminée, et l'auteur fait entrevoir la possibilité de supprimer même le lien entre les stations génératrices et réceptrices et probablement avec un rendement meilleur qu'aujourd'hui. — *Les Alpes industrielles*, sujet auquel M. Houllevigue s'arrête ensuite, sont là pour fournir à bon compte cette houille blanche encore à peine utilisée, qui alimentera plus tard la vie industrielle de bien des régions, où elle suppléera à l'absence ou à l'épuisement des combustibles naturels.

L'une des plus importantes applications de l'électricité, c'est l'électro-chimie, science patiemment élaborée dans le Laboratoire et qui prend un développement sans cesse croissant, sous les deux formes d'électrothermie et d'électrolyse. Les températures que ces nouvelles méthodes permettent d'atteindre ont donné naissance à la chimie encore inconnue des corps réfractaires, du carbone, des oxydes terreux, etc., et à la production de produits simples ou combinés, jamais entrevus jusque-là, et dont on a pu si bien tirer parti depuis. Il en est de même pour les procédés d'électrolyse appliqués au raffinage du cuivre, à la production de l'aluminium et de ses alliages, et dans beaucoup d'autres industries dont la série n'est certainement pas encore terminée. — Dans un autre ordre d'idées, la question de l'éclairage par l'incandescence est un des grands progrès modernes sorti du Laboratoire, et l'on comprend le développement que lui a donné M. Houllevigue à une époque où l'on parle sans cesse de nouvelles lampes plus étonnantes les unes que les autres. La lecture des pages se rapportant à ce sujet est à conseiller à toutes les personnes qui désirent se rendre compte nettement du chemin parcouru par cette branche industrielle si intéressante. Les deux derniers chapitres ont trait, l'un aux applications du froid et aux modifications que doivent subir les idées anciennes, d'après les remarquables expériences susceptibles d'être entreprises maintenant, l'autre à l'histoire des molécules, ions, corpuscules, dont la théorie s'affirme et reçoit tous les jours des vérifications si précises.

Tel est l'aperçu bien succinct des principales questions soulevées par l'auteur et présentées par lui avec l'ampleur que mérite leur importance. — Ce livre de vulgarisation intéressera certainement savants et profanes.

EMILE DEMENGE,
Ingénieur civil.

2° Sciences physiques

Watts (W. Marshall), *D. Sc., F. I. C.* — **An Introduction to the study of Spectrum Analysis.** — 1 vol. in-8° de 325 pages, avec planche en couleur et 135 illustrations dans le texte. (Prix : 10 sh. 6 d.) Longmans Green and C^o, éditeurs. Londres, 1905.

Sous sa faible étendue, cet ouvrage renferme une foule de renseignements intéressants dans les 184 pages de son texte proprement dit. Outre des notions élémentaires sur le spectroscope et ses applications à la Chimie, avec de nombreuses figures schématiques des spectres des principaux corps simples, on trouvera des

détails suffisants sur la mesure des longueurs d'onde, sur le spectre solaire, sur les réseaux et sur les séries. Les deux chapitres consacrés à la spectroscopie astronomique sont bien au courant des travaux récents et donnent de très bonnes planches de spectres stellaires. L'auteur décrit ensuite les spectrohélographes, expose le phénomène de Zeeman, et termine par le spectroscopie à échelons, dont il donne la théorie et l'emploi. Qu'il nous soit seulement permis de regretter que M. Watts n'ait rien dit ni des spectres de dissociation et de leurs lois, ni des beaux travaux du regretté Demarçay, trop ignorés, hélas! à l'Etranger. Un des principaux mérites du volume est de se terminer par 125 pages de tables, donnant les longueurs d'onde des principales raies de tous les corps simples, dans la partie visible aussi bien que dans l'ultra-violet, et celles des raies de Fraunhofer, d'après le spectre normal de Rowland. Tel qu'il est, cet ouvrage vient combler une lacune, et sera certainement apprécié par les physiciens, les chimistes et les astronomes.

A. DE GRAMONT,
Docteur ès sciences.

Weiss (G.), Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris. — Précis de Physique biologique. — 1 vol. in-8°, de 528 pages, avec 543 figures. (Prix : 7 fr.) Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1905.

Le nom de l'auteur est un sûr garant de la valeur de l'ouvrage, et les élèves de nos Facultés de Médecine trouveront dans ce Précis, présenté avec beaucoup de clarté et de méthode, « celles des principales applications de la Physique à la Biologie qui doivent rentrer dans le cadre des connaissances d'un étudiant à la fin de ses études et de tout médecin instruit ».

A propos du plan de l'ouvrage, on peut toutefois soulever une question de principe.

C'est, en effet, dans le cadre classique de la Physique générale (Mesures, Mécanique et Actions moléculaires, Chaleur, Radiations, Optique, Electricité, Acoustique) que M. Weiss a fait entrer « les applications de la Physique à la Biologie ». N'y a-t-il pas mieux à faire, alors que les modifications dans les programmes, conformément à l'évolution de la science, ont rapproché côte à côte les enseignements de la Physique biologique, de la Physiologie, de la Thérapeutique et de la Clinique, alors, d'autre part, que le P. C. N., plus discuté encore il est vrai que discuté, a dû donner aux futurs étudiants en médecine toutes les notions de Physique générale qui leur seront plus tard nécessaires? De même que les chimistes biologistes ne font pas précéder de résumés de Chimie générale l'exposé des phénomènes chimiques de la nutrition, il devrait être superflu de consacrer de nombreuses pages à la Physique générale dans un traité de Physique biologique. Si M. G. Weiss, dont les nombreux et remarquables travaux sont tous très nettement biologiques, a cru devoir écrire son Précis d'après le cadre ancien, ne serait-ce pas que, comme tant d'autres, il a constaté l'insuffisance des connaissances théoriques de nos étudiants? Il n'en est pas moins regrettable qu'il en soit ainsi, et il faut espérer que le projet, actuellement en discussion, de la nouvelle réforme des études médicales fournira l'occasion de remédier à ce fâcheux état de choses, sans toucher d'ailleurs au P. C. N., regardé, peut-être avec raison, comme devant être intangible, mais dans son principe seulement.

Ces critiques s'adressent, d'ailleurs, moins à l'auteur et à son livre qu'à nos programmes et à leur mise en pratique. L'ouvrage de M. G. Weiss est un très bon Précis, et il serait superflu d'en signaler les lacunes, que l'auteur indique lui-même dans son Introduction, mais que les limites de son programme l'empêchaient de combler.

Le Précis de Physique biologique n'a pas été écrit, en effet, avec la prétention de réunir l'ensemble des applications de la Physique aux diverses branches de la

Médecine. Ce livre contient seulement ce que, d'après l'auteur, devrait savoir tout médecin au moment où il quitte la Faculté pour se livrer à l'exercice de sa profession. C'est un minimum de connaissances, mais un minimum très respectable. L'ouvrage est aussi séduisant d'aspect qu'instructif par le fond, et l'on doit, en toute sincérité, en recommander la lecture et l'étude à nos étudiants et aux praticiens désireux de se mettre au courant des progrès réalisés dans cette branche spéciale de la Médecine.

D^r A. IMBERT,
Professeur à la Faculté de Médecine
de Montpellier.

Goupil (P.) et Broquin (L.). — Guide pratique pour l'essai des médicaments chimiques. — 1 vol. in-8° de 360 pages avec 28 figures. (Prix : 6 fr.) J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1905.

L'ouvrage de MM. Goupil et Broquin est destiné aux pharmaciens; il vise à leur permettre de reconnaître simplement et rapidement la pureté de leurs produits. L'envahissement du marché, du fait d'une concurrence chaque jour plus acharnée, par des produits chaque jour plus inférieurs, rend cette vérification d'autant plus nécessaire; à ce titre, il intéresse les pharmaciens, les médecins et même les malades.

Une première partie comprend les généralités sur l'analyse chimique : choix, composition, préparation des réactifs usuels; technique des opérations usitées dans l'analyse chimique qualitative et quantitative (pulvérisation, dissolution, précipitation, etc.); technique des essais physiques (densimétrie, thermométrie, polarimétrie, etc.); et enfin l'exposé de quelques procédés généraux d'analyse et de dosage (acidimétrie, alcalimétrie, sulfhydrométrie, recherche de l'arsenic).

La deuxième partie expose l'application des procédés, techniques et méthodes susénumérés à l'essai des médicaments chimiques. Les auteurs y donnent pour chaque médicament, sous forme de tableaux et de résumés, les signes de pureté : consistance, couleur, odeur, saveur, aspect, point de fusion, densité, volatilité, solubilité, réactions d'identité, essai.

Le caractère de cet ouvrage est strictement pratique; il est absolument dégage de tout exposé théorique; c'est un véritable memento au sens rigoureux du mot.

D^r ALFRED MARTINET.

3^e Sciences naturelles

Granderye (L.-M.), Ingénieur chimiste, Préparateur à l'Université de Nancy. — Détermination des Espèces minérales. — 1 vol. in-8° de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : 2 fr. 50.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

La composition chimique et le système cristallin caractérisent une espèce minérale, mais la première est souvent longue à établir et la détermination du second est parfois délicate; aussi, pour reconnaître un minéral, on emploie d'abord les caractères qui peuvent être rapidement appréciés, tels que la couleur, l'éclat, la dureté, la densité, la forme extérieure, l'état d'agrégation, qui, s'ils n'amènent pas à la détermination précise, permettent de limiter les essais chimiques. Si les échantillons d'une même espèce minérale avaient toujours les mêmes caractères, à cause du faible nombre des minéraux, comparé à celui des plantes ou des animaux, la reconnaissance serait très facile; mais le même minéral peut se présenter sous les aspects les plus variés, les couleurs les plus diverses et les états d'agrégation les plus différents, de sorte que, même en ne tenant pas compte des minéraux microscopiques, c'est, au point de vue de la détermination, comme si leur nombre était multiplié par un coefficient très élevé. M. Granderye, pour faciliter les recherches, a groupé les minéraux d'après les caractères les plus importants qu'ils peuvent présenter : système cristallin, formes secondaires, macles, couleur, état d'agrégation, dureté, densité, fusibilité, etc. En outre, il a consacré

une partie de l'ouvrage aux caractères chimiques et le livre est terminé par un lexique des minéraux usuels, avec leurs principales propriétés physiques et chimiques. Il eut été bon, à mon avis, d'indiquer l'emploi du réfractomètre, car, dans beaucoup de cas, avec cet instrument, dont il existe des modèles bon marché et dont le maniement est facile, les déterminations se font très rapidement.

PAUL GAUBERT,
Assistent de Minéralogie
au Muséum d'Histoire naturelle.

Chevalier (Aug.), *Docteur ès sciences, Sous-Directeur du Laboratoire colonial du Muséum.* — **Les Végétaux utiles de l'Afrique tropicale française.** Vol. I, fasc. I. — *Dépôt des publications, 41, rue de Buffon, Paris, 1905.*

Le nom de M. Aug. Chevalier est actuellement bien connu, non seulement des naturalistes, mais encore de tout le monde colonial; et cette notoriété justifiée, M. Chevalier la doit à son double titre d'explorateur et de botaniste. Il est, en effet, un de ces trop rares voyageurs qui ont pu nous rapporter de leurs missions plus que des renseignements géographiques et ethnographiques, précieux sans doute, mais toujours incomplets lorsque ne viennent pas s'y ajouter des indications sur la végétation des contrées parcourues. Ce n'est que par la connaissance de la flore d'un pays qu'il est possible de se rendre un compte exact de son avenir économique. Et les rapports de la plupart des chargés de missions sont trop souvent — et pour cause — sobres de détails à cet égard.

Avec M. Chevalier, c'est, au contraire, un savant, bien préparé, par ses études antérieures, aux observations qu'il avait charge de faire, qui a pénétré jusqu'au cœur de ce continent africain, qui devient peut-être, chaque jour, moins mystérieux pour les géographes, mais qui le reste encore trop pour les botanistes.

Déjà, en différents ouvrages, M. Chevalier nous a donné une idée plus nette et plus sûre que celle que nous avions, il y a quelques années, sur les flores du Soudan, du Chari, du Tchad et du Bas-Congo.

Aujourd'hui, rassemblant les documents scientifiques qu'il a pu recueillir, et mettant à profit son expérience personnelle en agriculture coloniale, ainsi que sa connaissance approfondie des climats et des sols de nos colonies d'Afrique, l'auteur entreprend, en une vaste publication d'ensemble, la revue détaillée des plantes indigènes ou étrangères qui peuvent, à son avis, être cultivées avec succès dans cette partie de notre domaine tropical.

Le premier fascicule, qui vient de paraître, précédé d'une préface de M. Ed. Perrier, comprend : 1° une histoire générale de l'agriculture en Afrique tropicale; 2° un essai d'introduction des plantes utiles dans le Centre-Africain; 3° une étude (en collaboration avec M. Perrot) sur les pommes de terre des pays chauds.

On sait que ces « pommes de terre » des pays chauds sont diverses espèces de *Plectranthus*, et surtout de *Coleus* à tubercules, dont les trois principales sont le *Coleus rotundifolius* et ses variétés, le *Coleus Dazo* et le *Coleus langouassiensis*.

MM. Chevalier et Perrot ont tenté de mettre au point l'histoire excessivement embrouillée de ces *Coleus* et *Plectranthus*, qui ont de nombreux représentants en Afrique. Ils se sont efforcés de déterminer les places respectives des diverses espèces connues dans les deux genres, et ils ont indiqué les procédés de culture et les rendements de celles de ces espèces qui valent la peine d'une culture méthodique.

Dans le chapitre sur l'histoire de l'agriculture en Afrique tropicale, on trouvera la description de tous les jardins d'essais qui ont été successivement établis au cours du XIX^e siècle dans nos colonies africaines.

Le chapitre suivant est l'exposé des tentatives faites avec habileté et grands soins par la Mission Chari-Lac-Tchad pour introduire à Fort-Sibut — où fut ainsi créée une nouvelle station d'essais — les plantes nom-

breuses et variées apportées par la Mission, et qu'il y aurait intérêt à acclimater.

Des photographies et des planches illustrent cette première livraison, fortement documentée, bourrée de faits d'observation, et dont l'intérêt et l'importance nous font attendre avec impatience les fascicules suivants, actuellement en préparation.

HENRI JUMELLE,
Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Marseille.

De Varigny (Henry). — **La Nature et la Vie.** — 1 vol. in-18 jésus de 356 p. (Prix : 3 fr. 50.) Armand Colin, éditeur, 5, rue de Mézières, Paris, 1905.

Ce livre n'a rien de didactique, comme l'auteur en fait lui-même la remarque dans son avant-propos; c'est une série de chapitres qui pourraient être lus isolément, mais dont la réunion constitue néanmoins un ensemble, comme on pourra en juger d'après le sommaire suivant : Il débute par une étude sur l'origine de la vie (origine cosmique, génération spontanée; analogies entre le travail intérieur des métaux, l'action des ferments métalliques et les manifestations vitales), puis se poursuit par une série d'articles sur les rapports des êtres vivants avec le milieu (importance des sels minéraux, de l'eau, fixation de l'azote, de l'acide carbonique, résistance des êtres à la dessiccation, à la température; adaptations; indépendance des êtres et du sol, etc.). Après la vie du corps, vient la reproduction (prodigieuse fécondité de beaucoup d'êtres vivants, corrélative à une destruction considérable, sacrifice constant des individus à l'espèce, décadence fréquente des individus après la reproduction). Enfin, le livre se termine naturellement par l'étude de la mort (causes possibles de la sénescence; la mort sans cadavre des Protozoaires, etc.). Il n'est impossible d'entrer dans le détail des très nombreuses questions intéressantes et actuelles qui sont traitées au cours du volume, mais il est peu de problèmes de la Biologie générale qui ne soient au moins indiqués.

Pour qui connaît les ouvrages antérieurs de M. de Varigny et ses excellents feuilletons scientifiques du *Temps*, il est superflu de faire l'éloge de ce livre : M. de Varigny, biologiste très informé, très érudit, possède à un rare degré le don de la vulgarisation; sans cesser d'être exact, il raconte les faits d'un style alerte et pittoresque et les groupe si bien qu'il rend claires et attachantes les questions les plus spéciales de la Biologie; il peut être lu avec grand profit aussi bien par un biologiste de profession que par un simple curieux de la nature ayant quelque culture scientifique; c'est un très bon livre à recommander à des étudiants en sciences naturelles; ils y puiseront des idées générales, qui leur seront particulièrement utiles pour relier les deux enseignements étanches de la Zoologie et de la Botanique.

L. CUÉNOT,
Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Simpson (W. J.). — **A Treatise on Plague.** — 1 vol. de 466 p. A. V. Lane et H. K. Lewis, éditeurs. Londres, 1905.

Il y a quelque dix ans, la peste n'avait, pour le médecin et l'épidémiologue, qu'un intérêt presque exclusivement historique. Confinée alors à quelques points limités de la Chine, de l'Inde, de la Perse, de l'Arabie et de l'Afrique, son domaine géographique semblait fort restreint, son pouvoir pathogène très assoupi. Et voilà que cette maladie dispute maintenant au choléra la première place dans la mortalité des populations de l'Inde. Elle a pris aujourd'hui une telle extension qu'elle a nécessité la réunion de deux conférences internationales destinées à protéger l'Europe contre une invasion toujours possible du fléau.

Par l'étendue et l'importance de ses colonies asiatiques, l'Angleterre devait être plus spécialement préoccupée du développement extraordinaire de l'infection

pesteuse. Après un long répit de deux cents ans, la peste est, en effet, apparue à Bombay en 1896 et, depuis cette époque, le chiffre des décès qu'elle a déterminés dans l'Inde a subi un accroissement effrayant. De 30.000 qu'il atteignait d'abord, il s'est élevé à 853.000 en 1903. En 1904, 1.010.429 Hindous ont succombé aux ravages de la maladie.

De telles raisons justifient l'utilité d'un ouvrage consacré à l'étude complète de la peste. Le *Traité de la Peste* de M. Simpson se divise en quatre parties. La première est consacrée à l'histoire et à la distribution géographique de cette maladie; la seconde à l'épidémiologie de la peste, ses relations avec les épizooties pesteuses chez les rats, les souris, les chiens, les pigeons, les marmottes, etc. Des chapitres spéciaux visent les modes de diffusion du *cocco-bacille* de Yersin, ses caractères bactériologiques, les effets de son inoculation expérimentale. Dans la troisième partie, sont étudiés les caractères cliniques et anatomo-pathologiques de l'affection chez l'homme, ainsi que les résultats importants fournis par la médication sérothérapique instituée par les méthodes de Yersin, Calmette, Salimbeni, Borrel. Les mesures hygiéniques et préventives, ainsi que la prophylaxie spécifique de la peste par les inoculations de Haffkine, les procédés de destruction des rats, la désinfection des habitations et des bateaux, sont longuement exposés dans la quatrième partie. L'auteur recommande, comme les plus efficaces pour cette désinfection, les fumigations par l'appareil Clayton. Dans un appendice sont reproduites les conclusions adoptées en 1903 par la Convention internationale sanitaire de Paris, et relatives à la prévention de la peste. Des statistiques nombreuses, des tableaux, des tracés et des cartes complètent cet ouvrage, méthodique, complet, et conçu dans un esprit à la fois scientifique et pratique.

Dr H. VINCENT,

Professeur à l'École d'application du Val-de-Grâce.

5° Sciences diverses

Bérard (Victor). — *L'Empire russe et le Tsarisme.* — 1 vol. in-12 de x-372 pages. (Prix : 4 fr.) Armand Colin, éditeur. Paris, 1905.

M. Victor Bérard croit à la nécessité d'une entente de la France avec la Russie, et il ne doute pas du bel avenir économique réservé à ce dernier pays quand il sera sorti de l'épouvantable crise actuelle. Le dénouement de cette crise, sans doute prochain, marquera la fin du régime autocratique : il sera un fait capital dans l'histoire de l'Europe, parce qu'il commencera pour la Russie l'ère de son vrai développement, et qu'il apportera à des millions de malheureux la promesse d'un peu de bien-être, de justice et de liberté. Le lecteur français appréciera donc beaucoup un ouvrage dans lequel il trouvera réunis, sous la forme si personnelle et si attachante à laquelle M. V. Bérard l'a habitué, tous les éléments historiques et sociaux nécessaires pour comprendre le tragique et définitif désaccord survenu entre le tsar et son peuple.

« La terre et l'histoire » est le chapitre de tête, qui présente la description, très vivante, du milieu géographique et ethnique où s'est peu à peu posé le redoutable problème russe. Immense, et uniforme dans chacune de ses grandes régions naturelles, la Russie d'Europe n'est pas un pays où les groupes ethniques aient pu jusqu'ici se fondre, ni même se fixer complètement. Hors de quelques villes et centres industriels, la forêt, le fleuve, le steppe sous ses différentes formes, n'ont admis, au lieu d'un mélange intime de peuples, pareil à celui qui fit l'unité française, ou de provinces linguistiques nettement délimitées, comme en Autriche-Hongrie, que des « taches vivantes », aux contours assez indécis, et qui se sont rétrécies ou élargies selon les événements historiques : tache finnoise, formée au Nord par les tribus jaunes de pêcheurs, de forestiers et de chasseurs venus d'Asie; tache turco-mongole ou tartare, au S.-E. et au S.,

étendue sur la carte par des bergers nomades du steppe; entre les deux, grande tache indo-européenne, ou plutôt « lithuanienne », correspondant aux Lettons, aux Polonais et aux Russiens, tous cultivateurs et sitophages. Encore ces derniers, que la « doroga », l'incessant déplacement à travers les clairières et le long des fleuves, a conduits jusqu'au steppe des Terres Noires, se sont-ils différenciés en Blancs-Russiens, Petits-Russiens et Grands-Russiens, au contact des Finnois et des « Varègues » de la Baltique (Novgorod), des populations pontiques (Kief), des jaunes de la Caspienne et de la Volga (Nijni-Novgorod). Ce n'est que depuis la revanche prise sur le Khan de Séraï et sa horde d'or par le grand-prince de Moscou, et jusqu'en 1815, que les Russiens ont peu à peu réuni autour d'eux par la conquête les Finnois, les Letto-Polonais, les Tartares, groupés, sous la lourde férule de l'orthodoxie et de la bureaucratie, des sujets si différents de civilisation, de langue, de croyances. Le maintien intérieur de l'unité russe est la première question qui se pose aujourd'hui.

Les peuples annexés des « marches » occidentales et sud-orientales seront-ils traités par l'autocratie en esclaves ou en égaux, en ennemis ou en collaborateurs des Russiens? M. Bérard examine quels services ces peuples, divers de formation et de tempérament, ont déjà rendus à la communauté, quels ils pourraient encore lui rendre, si, au lieu de les plier violemment par la russification, on les admettait à l'état d'éléments autonomes dans une fédération à laquelle les unissent tant de rapports historiques et tant d'intérêts présents. Ils ont été et sont encore le trait d'union entre les pays russiens et l'Étranger, les intermédiaires, notamment, par lesquels se sont faits et doivent se poursuivre ces emprunts aux civilisations européennes qui ont toujours vivifié l'empire: emprunts acceptés comme indispensables par les « slavophiles » les plus intransigeants, par ceux qui méprisent le plus « l'Occident pourri », et qui ont la foi la plus solide dans la régénération, dans l'avenir, dans la mission supérieure de l'« armiak » russe. Après avoir rappelé tout ce qu'ont rapporté aux tsars, pour leur politique en Asie, la tolérance et les traitements de faveur accordés aux bouddhistes et aux musulmans de Russie, l'auteur établit que les habitants des marches occidentales, loyalement russes malgré la persécution, présentent dans l'Empire même les principaux types de civilisation européenne: les Finlandais, réguliers, vertueux, un modèle de culture luthérienne et suédoise, d'activité économique; les Baltes et les Allemands, soldats, savants, administrateurs, un exemple de culture germanique; les Letto-Polonais, un milieu profondément empreint de culture latino-catholique et quasi-française. Enfin, les Juifs du « Territoire », qui représentent à eux seuls les deux tiers de la population israélite de l'Europe, sont et seraient encore plus, comme les Arméniens sur un autre théâtre, d'utiles auxiliaires économiques, des pionniers vers le Levant et le moyen Orient.

Avec les bouddhistes et les musulmans, les Allemands seuls ont trouvé en partie grâce devant la « russification ». M. V. Bérard expose comment les tsars, et Nicolas II en dernier, aveuglés par l'idée qu'ils se sont faite en général de leur rôle, circonvenus et entrainés par les grands courtisans, M. Pobiedonostsef surtout, par une partie du clergé, représentés dans les provinces par une nuée de policiers et d'autres « tchinovniks » malhonnêtes et cruels, se sont laissés aller envers les peuples annexés aux mesures d'exception qui ont annihilé les bonnes volontés, tourné la fidélité en désaffection, attisé les haines sociales et exaspéré les misères.

Contre les Lithuaniens et les Polonais, la russification, conduite en dernier lieu par Mourawief et Paskiévitich, a commencé surtout après le soulèvement de 1863. En Lithuanie, où elle est allée jusqu'à la proscription de l'alphabet latin, elle a été aidée par la haine du paysan russe et orthodoxe, et des Russiens en général, contre les propriétaires catholiques; elle a abouti dans les

villes à la formation du *Bounde*, qui réunit les victimes du tsarisme sans distinction de religion. Dans les provinces polonaises, que l'on tente d'« assimiler » depuis 1867, les moyens de persécution, surtout religieuse et linguistique, ont été les massacres, la déportation et les « dragonnades »; les Grecs-Unis en ont surtout souffert, péle-mêle avec les Juifs, et sont arrivés à perdre l'égalité politique, à n'avoir plus d'état civil. A la misère, à l'obscurantisme résultant de ce régime se sont jointes, depuis que la Pologne est devenue le premier centre industriel de la Russie, les excitations du socialisme allemand. Mais telle est l'urgence d'une justice élémentaire que les partis révolutionnaires polonais ont jusqu'ici limité leurs vœux. La grève générale commencée en 1905 par le P. P. S. (Parti polonais socialiste), et qui entraîna tous les ouvriers et toutes les écoles, ne revêtit pas un caractère collectiviste, mais fut faite, à l'occasion de la mobilisation, sur un programme libéral et nationaliste, en vue d'obtenir l'autonomie accordée par Alexandre I^{er} en 1815, le suffrage universel, l'usage de la langue nationale, le droit de syndicat; il ne fut même pas question d'une armée polonaise distincte et d'autonomie douanière.

Dans les provinces Baltiques, dotées d'un vice-roi jusqu'en 1876, les russificateurs ont utilisé, contre la minorité dominante d'Allemands, les dispositions des paysans lettons et tchoudes. A la Jacquerie de 1882 a répondu, dans les villes, l'organisation du « Parti social-démocrate letton ».

La Finlande, qui s'était éveillée à la vie économique sous le régime de la loi constitutionnelle de 1869, a vu son autonomie douanière confisquée; puis le manifeste du tsar et la loi militaire de 1899 ont inauguré les mesures despotiques. Là encore les « tchinovniks » se sont aidés de la division existant dans le pays entre « svécomanes » et « finnomanes ». La majorité de la population a organisé d'abord la résistance légale (pétitions, etc.), puis plusieurs attentats retentissants, dont celui du persécuteur Bobrikof, ont inauguré la résistance active (Parti finlandais de résistance active).

Mais c'est contre les Juifs et contre les Arméniens que, journellement encore, le pouvoir commet les injustices les plus atroces, et laisse se perpétrer le plus de crimes. Dans le « Territoire juif », qui comprend les dix provinces de Pologne et quinze gouvernements de l'Ouest de la Russie, les Israélites sont de 5 à 6 millions, de toutes races, de tous métiers, pauvres en général. L'assassinat d'Alexandre II (1881), dans lequel les Juifs se trouvèrent compromis, fut le signal de la persécution, pour laquelle les fonctionnaires (un de Plehwe et d'autres) ont exploité les haines religieuses et tiré des lois « temporaires » de 1882 tout ce qu'elles peuvent permettre. Le prolétariat juif, entassé dans les villes (le séjour de la campagne lui étant interdit, sauf en Pologne), est en proie à la plus grande misère, soumis à des lois et à des charges d'exception, décimé par les émeutes anti-juives, les « pogromes », que l'on tolère. En avril 1903 encore, le pogrome de Kichinef a donné lieu, sous l'œil complaisant de la police et des soldats, à de véritables massacres. Rien d'étonnant donc, les pétitions intéressées des villes et des zemstvos n'aboutissant pas, à ce que les Juifs aient adhéré en foule à plusieurs associations révolutionnaires, notamment au « Bounde », et se soient groupés en « Union générale ouvrière juive de Russie et de Pologne ».

Pour les Arméniens, c'est en 1896 seulement que la russification a commencé. L'aveuglement de Nicolas II et la dureté d'un Galitzine ont conduit le pouvoir à l'impardonnable excès de la loi du 10 juin 1903, qui a confisqué les biens de l'Eglise internationale arménienne. Du coup, et profitant de la mobilisation pour la guerre de Mandchourie, intellectuels, riches commerçants, prolétaires arméniens sont devenus révolutionnaires. Mais la formation de ce parti a inspiré aux fonctionnaires l'idée d'exploiter contre lui l'islamisme des Tartares, pourtant unis aux Arméniens par mille liens d'affaires, de travail, de vie commune; les massacres

tolérés en février 1905 ont été la préface des atrocités commises en septembre à Balakhany et à Bakou, et ont amené la ruine momentanée du district pétrolier.

Toutes ces injustices ont détaché de l'Empereur non seulement les peuples annexés, mais une grande partie des Russiens. Elles ne s'expliquent que par l'application intransigeante de la théorie politique du tsarisme, à laquelle le néfaste Pobiedonostsef, procureur laïque du Saint-Synode, a donné récemment sa complète formule: despotisme du droit divin, avec la subordination complète du sacerdoce au pouvoir. Or, dit M. V. Bérard, le tsarisme n'est pas en Russie une institution « nécessaire »; importé pièce à pièce de l'étranger, selon les vicissitudes par lesquelles ont passé les pays russiens, il représente des âges disparus, et ne répond plus à l'état présent. Et l'auteur présente une vue synthétique très juste, très originale, de l'histoire de Russie, au point de vue, pourrait-on dire, de la formation graduelle du tsarisme. Il établit que le tsarisme a mis huit siècles à se former, avec ses principes et ses moyens d'action: depuis l'acceptation des princes Varègues par les Russiens, au IX^e siècle, jusqu'au règne du plus grand des autocrates « rassembleurs de la terre russe », Pierre I^{er}. C'est de lui que date le régime de compression et de révoltes qui pèse sur les Russiens comme sur les peuples annexés, et qu'ont favorisé les guerres de conquête intérieure et d'expansion. Au XIX^e siècle, tandis qu'Alexandre I^{er} et Alexandre II ont seuls entrevu et essayé l'adaptation à la Russie des idées et des institutions européennes (constitutions locales, suppression du servage, établissement des zemstvos, etc.), Nicolas I^{er}, Alexandre III et Nicolas II ont agi en slavistes, en organisant ou laissant s'organiser l'oppression par la force armée, les bureaux et l'église.

L'opposition actuelle a lentement grandi, depuis 1875, d'abord dans la littérature, les Universités et dans quelques milieux pénétrés par les idées socialistes allemandes. Les dernières démarches de la russification, le poids de la guerre de Mandchourie, survenant après une longue période de paix (1878-1903), et tout de suite déshonorante pour le régime, ont entraîné dans la voie des revendications ou de l'action toute la société russe. L'ouvrage de M. V. Bérard se termine par l'exposé des différents programmes de réformes qui se sont fait jour depuis deux ans: celui des « révoltés de droite », les nobles, qui veulent une assemblée nationale d'Empire élue au suffrage indirect; celui de l'industrie et du commerce, pour lesquels le remède aux grèves violentes n'est pas dans les concessions aux ouvriers, mais dans des changements « d'ordre général »; celui des petits bourgeois et des intellectuels, qui veulent une assemblée constituante élue au suffrage universel, et, en attendant, la suppression des privilèges et des lois d'exception, les libertés élémentaires; celui enfin des démocrates-socialistes, dont les revendications principales sont l'autonomie communale et régionale, le fédéralisme, le suffrage universel sans distinction de sexe, la représentation proportionnelle, le referendum, l'élection des fonctionnaires, la séparation des Eglises, les milices. Huit partis bourgeois et ouvriers ont formé une union contre l'autocratie. Le moujik, souffrant et ignorant, se laisse enrégimenter par les socialistes, qui lui parlent de communisme agraire. Le clergé noir lui-même s'est en partie détaché du tsar, à l'exemple de Gapone.

Je ne saurais trouver à reprendre dans cet excellent livre que des longueurs et même des redites, à propos, par exemple, de la définition du slavisme, ou des étapes différentes de l'histoire russe. Il y manque aussi une conclusion; mais ce sera celle que nous donneront sans doute les événements, à partir de janvier 1906, date à laquelle se réunira la Douma d'Empire promise par le Tsar en août. Alors commencera peut-être le plus grand drame historique auquel il ait été donné d'assister depuis notre Révolution.

J. MACHAT,

Professeur au Lycée de Bourges.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Novembre 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Stuyvaert esquisse une méthode de classification et de représentation des congruences de cubiques gauches. — M. Zoretti démontre le théorème suivant : On peut former un produit infini de facteurs qui converge absolument et représente une fonction analytique $f(z)$ régulière et uniforme pour tout point z distinct d'une singularité et uniformément dans tout domaine qui ne contient aucune singularité, ni à son intérieur, ni sur son contour. — M. P. Helbronner présente les résultats généraux des triangulations géodésiques complémentaires effectuées dans les hautes régions des Alpes françaises. — M. A. Krebs décrit un frein dynamométrique, destiné à la mesure de la puissance des moteurs, qui permet l'utilisation, sous forme électrique, de la majeure partie du travail développé.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Hergesell a constaté que, dans la partie de l'océan Atlantique qui s'étend au nord des régions tropicales, les vents à composante nord prédominant jusque dans les plus grandes altitudes. — M. M. Chanoz a observé, dans les chaînes liquides symétriques pour les concentrations, un phénomène électrique lié à la présence d'une surface fraîche de contact et apparaissant : 1° Quand on oppose à H₂O des électrolytes impurs ou des sels subissant l'hydrolyse; 2° quand on oppose entre eux des acides différents, les acides et les bases, les sels aux bases ou aux acides. — M. G. Claude a réalisé, dans ses appareils de liquéfaction de l'air, un nouveau perfectionnement consistant à liquéfier sous pression vers -140°, ce qui éloigne la détente avec travail extérieur du zéro absolu qui paralyse ses facultés, réduit la contraction anormale de l'air sous pression au voisinage de son point de liquéfaction et assure une meilleure lubrification à l'intérieur de la machine. — M. F. Waltherant est amené à considérer le phénomène de la cristallisation de la façon suivante : les particules exercent les unes sur les autres deux sortes d'actions, les unes d'orientation, les autres d'attraction. Lorsque ces dernières l'emportent, la position des particules est déterminée, et le corps cristallisé est solide; dans le cas inverse, le corps est liquide (cristal liquide). — M. P. Carré a déterminé la conductibilité moléculaire des éthers phosphoriques; celle des mono-éthers est supérieure à celle de l'acide phosphorique, et celle des di-éthers probablement encore plus grande. L'ionisation des éthers acides est donc plus grande que celle de l'acide. — M. G. Darzens, en condensant les cétones avec l'éther α -chloropropionique, a obtenu des éthers glycidiques $\alpha\beta$ -trisubstitués, donnant par saponification des acides peu stables qui se décomposent facilement en cétones et CO₂. — M. Th. Schloesing fils a constaté que, sous la même dose d'azote, les nitrates et nitrites mis en œuvre comme engrais se montrent également efficaces. — MM. Eug. Charabot et Al. Hébert ont reconnu que le travail de la fécondation et de la fructification, chez les plantes à parfums, entraîne une consommation de produits odorants. — M. C. Delezenne a observé que l'action digestive du suc pancréatique sur l'albumine est activée par l'addition de sels de calcium, en quantités variables suivant les sucs.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. Marage montre que la sensibilité de certains sourds-muets aux sons graves est un phénomène de tact : la sensation qu'ils éprouvent est analogue à celle que ressentent les Serpules et les

Cyonas sous l'influence des mêmes vibrations. — M. Dubuisson a étudié la formation du vitellus chez le Moineau; il y a prédominance de la formation centrifuge sur la formation centrifuge. — M. L. Faurot présente ses observations sur l'embryogénie des Hexactinides et sur leurs rapports morphologiques avec les Octanthides, le Scyphistome des Méduses et les *Tetracorallia*. — M. E.-L. Bouvier a étudié les Macroures nageurs recueillis par les Expéditions américaines du *Hassler* et du *Blake*. Il a reconnu un certain nombre de formes nouvelles : *Neopenacopsis paradoxus*, *Archipenacopsis vestitus*, *Parartemesia carinata*, *Sicyonia Stimpsoni*, *Richardina inermis*. — MM. F. Mesnil et M. Caullery comparent le cycle évolutif des Orthonectides à celui des Dicyémides. — M. M. Dubard a constaté que le *Coleus Dazo* présente une tendance manifeste à accumuler ses réserves dans ses organes aériens lorsque les conditions de végétation ne sont pas favorables à la formation de tiges souterraines. Ces réserves, de nature amylacée, se déposent dans les bourgeons axillaires qui se tubérisent et forment des bulbilles. — M. J. Savornin met en lumière, par l'étude tectonique, le dimorphisme du pays entourant Bou-Saada, au sud-ouest du Chott el Hodna. — M. L. de Launay a repris l'application de la pression d'une nappe d'eau froide au captage d'une source thermale, et il a constaté, par des essais thermométriques et à la fluorescence, que, quand l'équilibre des pressions est convenablement établi, il n'y a pas mélange de l'eau froide et de l'eau minérale à capter.

Séance du 20 Novembre 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. M. Fréchet communique une formule d'interpolation des fonctions périodiques continues. — M. H. Padé étudie les développements en fractions continues de la fonction $F(h, 1, h', u)$ et la généralisation de la théorie des fonctions sphériques. — M. P. Duhem estime qu'il est peu logique de faire intervenir (comme l'a fait M. Zemplén) le frottement interne dans la discussion d'un problème relatif aux ondes de choc dans les gaz. — M. Ed. Husson donne une démonstration indépendante d'un théorème de M. Poincaré relatif au mouvement d'un solide pesant. — M. G. Millochou présente ses observations de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 à Alcobere. Il semble exister deux couches atmosphériques solaires bien distinctes : la couche renversante, ayant environ 1" de hauteur, et la couche chromosphérique de 3" à 4".

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Th. Moureaux signale la coïncidence d'une aurore boréale, observée en divers points de la France le 15 novembre, avec une forte perturbation magnétique, dont le maximum d'intensité s'est produit vers 9 heures du soir. — M. J. Rey a fait des observations d'électricité atmosphérique sur la Terre de Graham, au cours de l'Expédition Charcot. Le champ électrique présente une oscillation simple, avec un minimum très net dans les premières heures de la matinée (vers 4 h. 30) et un maximum très accentué dans l'après-midi (2 h. 30). — M. G. Claude, par l'application de la liquéfaction partielle de l'air avec retour en arrière, est parvenu à réaliser la séparation intégrale de l'air en oxygène pur et azote pur. — MM. Ph.-A. Guye et Ch. Davila ont déterminé la densité de l'oxyde azotique pur AzO préparé par trois méthodes : au mercure, au sulfate ferreux, au nitrite de soude. La moyenne de 14 déterminations est de 1,3402. On en déduit pour poids atomique de l'azote une valeur comprise entre 14,006 et 14,01. — M. E. Vigouroux a constaté que la décomposition du chlorure de silicium par

le fer a lieu intégralement avant le rouge; le silicium naissant se combine avec Fe pour donner l'alliage à 20 ° de Si. On a ainsi: $\text{SiCl}_4 + 4\text{Fe} = \text{Fe}_3\text{Si} + 2\text{FeCl}_2$.

— **MM. P. Freundler et E. Damond**, en condensant le dérivé magnésien du bromure de butyle secondaire avec le trioxyméthylène, et décomposant par l'eau le produit de la réaction, ont obtenu 73 % d'alcool amylique racémique et 7 % du formol correspondant, Eb. 205°. — **M. M. Berthelot** a poursuivi ses recherches sur les composés alcalins insolubles contenus dans les tissus végétaux vivants. Il a opéré sur les Graminées, puis sur le charbon de bois. Les résultats généraux sont analogues à ceux qu'il a observés avec les feuilles mortes et le foin vivant. Ils tendent à établir quelque analogie de constitution entre les acides insolubles et polymérisés renfermés soit dans les végétaux frais, soit dans les matières humiques, soit enfin dans les produits charbonneux qui en dérivent. — **M. J. Lefèvre** a constaté que la croissance des plantes vertes en sol amidé, à l'abri de CO_2 , est accompagnée d'une rapide augmentation de leur poids sec. Il s'agit donc essentiellement, non d'une poussée aqueuse, mais d'un véritable travail de synthèse. — **MM. Brissemoret et R. Combes**: Sur la juglone (p. 1039). — **MM. L. Hougonenq et A. Morel** montrent que l'hématogène, qu'on pourrait ranger dans le groupe encore mal défini des paranucléines, est constitué sur le type d'une hémoglobine décomposable en une matière protéique et un pigment ferrugineux; mais il contient, en outre, une réserve de S, P, CaO et MgO.

3° SCIENCES NATURELLES. — **MM. H. Guillemard et R. Moog** ont reconnu que l'action des hautes altitudes sur la nutrition se traduit par les phénomènes suivants: diminution des oxydations, diminution de la diurèse, rétention d'éléments fixes. Cette action se fait sentir brusquement, en même temps que le changement d'altitude; puis, du 4^e au 8^e jour, on observe un retour progressif à la normale. — **M. N.-C. Paulesco** a observé que la bile vésiculaire des chiens dératés ne diffère pas d'une façon notable, quant à sa composition, de la bile des mêmes chiens avant la splénectomie ou de celle d'autres chiens ayant leur rate intacte. La rate n'exerce donc aucune influence manifeste sur la formation de la bile. — **M. E.-L. Bouvier** a étudié les Thalassinidés recueillis par le *Blake* dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique. Il a reconnu 8 Axiidés et un Callianassidé nouveaux; les premiers habitent les eaux profondes et les seconds le voisinage du littoral. Les Axiidés caraïbes se rattachent étroitement aux espèces du Pacifique. — **M. P. Hallez** a observé les phénomènes de rhéotropisme chez quelques Hydroïdes monosiphonnés et chez les *Bugala*. L'agitation a pour effet principal de provoquer un développement abondant des hydrorhizes qui, par bourgeonnement, donnent rapidement de nouvelles colonies. — **M. F. Guéguen** a étudié la structure et l'évolution du *Rhacodium cellare*. Il a pu obtenir, à partir d'une seule conidie ou même d'un seul article mycélien, des cultures cellulaires du champignon, à l'aide desquelles il a pu le propager sur divers milieux nutritifs solides et en grandes surfaces. — **M. A. Gaudry** a étudié les attitudes de quelques animaux tertiaires de la Patagonie; c'étaient surtout des rectigrades (*Pyrotherium*), des digitigrades (*Theosodon*, *Protherium*) et des plantigrades (*Colpodon*, *Nesodon*, *Homalodontherium*). — **M. Grand'Eury** décrit un certain nombre de graines de fougères qu'il rattache aux *Sphenopteris*; d'autre part, il attribue le *Codonospermum anomalum*, graine siliciifiée de Grand-Croix, aux *Doleropteris*. — **M. A. de Lapparent** montre que, de la considération des esquisses paléogéographiques de la 5^e édition de son *Traité de Géologie*, se dégage l'impression d'une grande unité dans l'histoire du relief terrestre. — **M. L. Collot** a constaté que le baryum et le strontium sont diffusés dans des sédiments géologiques très divers. Il a reconnu, d'autre part, qu'il faut classer comme produits purement minéraux

des concrétions faussement interprétées comme squelettes d'Invertébrés.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 14 Novembre 1905.

MM. Sevestre, Bureau, Poirier, Lucas-Championnière et E. Roux donnent successivement lecture des Rapports sur les concours pour les prix Perron, Desportes, Amussat, d'Argenteuil et Audiffred. — **M. de Font-Réaulx** lit un Mémoire sur l'ablation du cristallin transparent dans la myopie forte.

Séance du 21 Novembre 1905.

MM. Richelot et Troisier présentent respectivement les Rapports sur les concours pour les prix Laborie et Herpin. — **M. Lowenthal** donne lecture d'un Mémoire sur l'état sanitaire et la démographie comparés des villes de Paris et de Berlin.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 18 Novembre 1905.

MM. A. Netter et L. Ribadeau-Dumas ont examiné le sang de 23 typhoïdiques et paratyphoïdiques nouveaux et ont réussi à déceler, par l'agglutination, 17 cas nouveaux d'infections paratyphoïdiques, dont 12 par le bacille A de Brion et Kayser. — Les mêmes auteurs ont constaté que, dans l'infection par le paratyphique A, l'agglutination apparaît généralement de bonne heure et peut persister plusieurs années après l'infection. — **M. L. Fage** a observé, chez les Spionidiens, que l'organe segmentaire peut se comporter différemment au moment de la reproduction et que, de plus, les modifications dont il est le siège peuvent intéresser uniquement les individus du sexe mâle. — **M. L. Blaringhem**, à propos des travaux récents de Klebs sur la variation des fleurs, rappelle que la section de la tige principale faite peu de temps avant l'apparition de la panicule terminale est une opération qui provoque avec sûreté la métamorphose de fleurs mâles en fleurs hermaphrodites et femelles. Parmi les plantes que des mutilations ont mises en état d'affolement, un certain nombre présentent des anomalies partiellement héréditaires. — **MM. Guerbet et Henry** ont isolé, à l'autopsie d'un soldat mort après deux jours de maladie, un bacille paratyphique, dont les caractères appartiennent à la fois aux espèces A et B. — **M. M. Lambert** a constaté que l'urée, ajoutée aux liquides de circulation artificielle du cœur de grenouille, paraît agir comme un excitant du muscle cardiaque. — **M. E. Ducloux** a observé une piroplasmose bacilliforme du bœuf en Tunisie; le parasite trouvé sur les bêtes atteintes de l'affection se rapproche de celui qui a été rencontré en Transcaucasie. — **M. G. Moussu** a réalisé des cultures de tuberculose *in vivo*, dans des sacs fermés, chez des animaux sains de l'espèce bovine. Au bout de quelques mois, ces animaux se comportent vis-à-vis des injections de tuberculine comme s'ils étaient tuberculeux. — **MM. C. Levaditi et P. Salmon** ont reconnu, chez un nouveau-né mort de syphilis peu après la naissance, que les organes les plus infestés par le spirille sont: le poulmon, les capsules surrénales, le foie et la peau. Le spirille siège à l'intérieur des cellules. — **M. A. Lécaillon** est parvenu à produire, chez une araignée, le *Chiracanthium carnifex*, après la ponte ordinaire, une ponte supplémentaire sous l'influence d'une alimentation appropriée. — **MM. L. Nattan-Larrier et A. Brindeau** ont reconnu que les conditions qui facilitent le passage des éléments figurés du sang maternel jusqu'au sang fœtal sont de deux ordres: les lésions plasmoidiales, dues aux plasmolysines, qui permettent aux leucocytes d'envahir la villosité; les lésions des capillaires fœtaux, dues aux substances vaso-dilatatrices, qui provoquent l'ectasie des vaisseaux et en amènent la rupture. — **M. L. Jouhaud**

a observé que, chez l'homme sain ayant un nombre de globules normal, avec une richesse en hémoglobine normale, une fixation suffisante est obtenue presque toujours dans la solution de sublimé à 1/100, sans que jamais elle soit obtenue dans une solution inférieure à 1/150. — M. Dubuisson communique ses recherches sur la dégénérescence des ovules chez le moineau, la poule, le pigeon et les Reptiles. — MM. Et. Burnet et C. Vincent expliquent comme suit le processus de sclérose et l'artérite qui caractérisent la syphilis : les spirochètes sont capables de s'insinuer entre les fibrilles conjonctives et d'envahir les faisceaux; la sclérose spécifique est due à leur présence même dans les fibres du tissu en voie de sclérose. — M. C. Delezenne a constaté que les sels de calcium exercent une action activante sur le suc pancréatique; en outre, cette action paraît être spécifique, car les sels de Sr et Ba sont dépourvus de cette action. — MM. Brissemoret et R. Combes ont extrait par le chloroforme des tissus de *Juglans regia*, *J. nigra*, *J. cinerea*, *Pterocarya caucasica*, une naphthoquinone, la juglone. Elle exerce une action irritante sur les muqueuses et la peau.

Séance du 25 Novembre 1905.

MM. J. Camus et J. Goulden présentent deux nouveaux appareils : l'un pour l'étude de la circulation artificielle dans le cœur de la Tortue, l'autre, conjugué, pour l'étude comparative de la circulation dans le cœur isolé. — MM. Edm. et Et. Sergent ont reconnu qu'en Algérie l'*Anopheles algeriensis* et le *Myzomyia hispaniola* sont susceptibles d'être infectés par les Hémaptes et, par suite, de transmettre le paludisme. — MM. A. Netter et L. Ribadeau-Dumas ont observé une 4^e série d'infections paratyphoïdes (23 cas nouveaux); 13 cas sont dus au bacille paratyphique A, 3 au bacille B et 5 au bacille de Gaertner. — Les mêmes auteurs ont reconnu qu'au début des infections typhoïdes ou paratyphoïdes, l'agglutinabilité, faible d'abord, est rigoureusement spécifique et limitée au microbe en cause; au cours de l'affection, il se forme des agglutinines agissant sur les espèces voisines; après la guérison, ces agglutinines de familles disparaissent et laissent encore assez longtemps la place à la seule agglutinine spécifique. — MM. L. Bernard et Bigart étudient l'état indifférent des cellules de la substance corticale de la glande surrénale, puis leur évolution vers la sécrétion soit de graisse labile, soit de pigments. — M. G. Loisel a constaté que l'injection périodique d'eau salée sous la peau exagère les périodes d'oscillation des courbes normales de la croissance du cobaye; l'injection périodique de sperme exagère encore davantage ces oscillations. D'autre part, le sperme testiculaire de cobaye, de chien et de tortue renferme, dans ses parties solubles, une toxicité indépendante de la toxicité propre au tissu testiculaire même. Cependant, cette toxicité est moindre que celle des produits solubles des œufs des animaux de même espèce. Il est probable que toutes ces substances toxiques, qui sont des excitatrices du système nerveux central, jouent aussi un rôle dans la fécondation, en provoquant les phénomènes de division de l'œuf fécondé. — M. G. Bohn poursuit ses recherches sur les tropismes, en particulier ceux qui sont dus à la lumière. Il a observé trois variétés de mouvements rotatoires d'origine oculaire chez les larves de homards. La natation oscillante suivant une trajectoire sinusoïdale est très caractéristique de ces larves. — MM. Al. Carrel et C. Guthrie sont parvenus à obtenir la réversion de la circulation dans les veines valvulées. — MM. G.-E. Abelous, A. Soulié et G. Toujan ont reconnu que, si l'extrait médullaire de capsules surrénales provoque une élévation de pression artérielle plus considérable que l'extrait cortical, cette différence n'est qu'apparente; elle est due à une différence de teneur des deux extraits en adrénaline, et non à une différence qualitative des deux extraits. — M. F. Battelli et M^{lle} L. Stern ont constaté que le sulfate ferreux se comporte

vis-à-vis de la catalase d'une manière tout à fait analogue à l'anticatalase. Le sulfate ferreux, en présence de l'extrait des tissus animaux, et sous l'action d'un courant d'air, décompose l'acide lactique avec dégagement de CO₂. On peut supposer que le rôle de l'anticatalase dans l'organisme est celui d'une peroxydase. — M. C. Delezenne a observé que, si l'on élimine du suc pancréatique les sels capables de précipiter CaCl₂, il suffit d'ajouter une quantité absolument infime de ce dernier pour obtenir la digestion d'un cube d'albumine en moins de douze heures. — M. L. Jouhaud montre que la valeur du titre minimum des solutions de sublimé qui peuvent fixer le sang dans les états pathologiques est capable de donner des indications sur la richesse globulaire et le nombre des hématies. — MM. Levaditi et Manouélian ont constaté que le *Spirochaete pallida* est le seul parasite spirillaire qui pénètre dans l'intimité des tissus altérés par les processus syphilitiques primaire et secondaire; le spirille réfringent pullule seulement à la surface des lésions. Cette pénétration se fait par la voie lymphatique et vasculaire sanguine. Il existe une grande analogie entre les lésions syphilitiques primaires de l'homme et du singe. L'absence de spirochètes dans les régions du chancre les plus atteintes par le processus scléreux permet de supposer que la réaction mononucléaire périvasculaire et la transformation scléreuse vers laquelle elle tend jouent un rôle actif dans la destruction de ces microorganismes. — M. Dubuisson a étudié les débuts de la dégénérescence dans les ovules de Batraciens. — MM. Rieux et E. Sacquépée ont reconnu que la sensibilisatrice typhique est plus étroitement spécifique que les sensibilisatrices paratyphiques, et celles du type A le sont plus que celles du type B. — MM. E. Sacquépée et S. Fras ont observé trois cas d'ictère catarrhal du type éberthien; cet ictère peut être provoqué également par les bacilles paratyphiques des deux types; enfin, on peut incriminer aussi le colibacille dans la genèse de cette affection. — MM. E. Sacquépée et F. Chevrel ont étudié l'action des bacilles typhiques, paratyphiques et du colibacille sur quelques sels métalliques. — MM. Rieux et Sacquépée ont constaté que, vis-à-vis des agglutinines, les bacilles paratyphiques type A présentent une sensibilité assez uniforme; au contraire, les réactions des bacilles type B sont très dissemblables.

M. Tissot est élu membre titulaire de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 13 Novembre 1905.

MM. P. Simon et L. Hoche ont observé une neurofibromatose prédominante sur les nerfs du système sympathique, mais généralisée à tout le système nerveux périphérique. Ce fait vient appuyer l'hypothèse de M. Barbieri que les ganglions nerveux des racines postérieures appartiennent au système du grand sympathique. — M. R. Collin propose l'emploi du silicate de potasse comme milieu solide transparent pour la conservation des pièces anatomiques. — M. Th. Guilloz montre comment le champ dans l'observation microscopique peut être déduit des numéros dioptriques de l'objectif et de l'oculaire. Il indique, d'autre part, un procédé pour éliminer ou atténuer les reflets des surfaces dans l'observation et la photographie microscopiques.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 21 Novembre 1905.

M. A. Billet a examiné 43 cas de paludisme provenant de régions tropicales. Il conclut à l'unité du parasite du type fébrile tierce; le parasite de la fièvre quarte paraît être une espèce spéciale et autonome, bien distincte du parasite de la fièvre tierce, non seulement en raison du type fébrile particulier qu'elle détermine, mais encore de ses caractères morphologiques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Novembre 1905.

M. H. Moulin a cherché à accroître l'exactitude de la formule de Van-der Waals en modifiant le terme dit *pression intérieure* a/v^2 . M. Amagat a montré qu'en adoptant pour ce terme une forme déduite des principes de la Thermodynamique, et en calculant les valeurs au moyen des résultats numériques qu'il avait donnés pour un certain nombre de gaz, on arrivait à cette conclusion que : La pression intérieure, quand le volume diminue, croît d'abord, passe par un maximum, puis diminue ; il est même arrivé, partant de là, à une forme de la relation $f(pvt) = 0$, qui représente bien les résultats expérimentaux, mais malheureusement est assez compliquée. M. Moulin arrive à une forme plus simple en modifiant simplement le terme a/v^2 par l'adjonction d'un second terme qu'il a été conduit à écrire sous la forme :

$$-\frac{C(1+\alpha t)}{(v-b)^2}$$

La formule qu'il adopte est donc la suivante :

$$p + \frac{A}{v^2} - \frac{C(1+\alpha t)}{(v-b)^2} = \frac{B(1+\alpha t)}{(v-b)}$$

En déterminant la valeur de C, même sans modifier la valeur numérique des coefficients A et B de la formule de Van der Waals, on arrive déjà à améliorer sensiblement celle-ci ; en effet, si après cette détermination on calcule, au moyen de la formule ainsi modifiée, des séries de valeurs de b pour diverses pressions et pour diverses températures, on trouve pour ce terme, même en le considérant pour le moment comme constant, ainsi que cela a lieu dans la formule de Van der Waals, des écarts notablement moindres que ceux auxquels conduit la formule non modifiée. A plus forte raison, en reprenant la détermination d'ensemble des trois coefficients A, B, C, doit-on arriver à des résultats encore plus satisfaisants. La formule modifiée présente, du reste, dans tous les cas, cet avantage que : la forme adoptée pour la pression intérieure n'est point en contradiction avec la loi de ses variations énoncée plus haut et qui, évidemment, ne saurait être représentée par le terme a/v^2 . L'auteur fera connaître ultérieurement les résultats de ses calculs, qui ne sont pas encore entièrement terminés. — M. A. Cotton résume les expériences qu'il a faites, en collaboration avec M. H. Mouton, sur la *biréfringence magnétique de certains liquides*. On a cherché depuis longtemps si un liquide traversé par un faisceau de lumière, normal aux lignes de force d'un champ magnétique, ne devient pas biréfringent, et ne prend pas les propriétés d'une lame cristalline uniaxe positive ou négative. Ces recherches ont été infructueuses jusqu'à ce que Majorana ait trouvé, en 1902, la propriété cherchée dans des solutions colloïdales d'hydroxyde ferrique. Chose curieuse, diverses solutions de ce corps donnent des résultats très différents ; le signe même de la biréfringence n'est pas constant et sa grandeur varie beaucoup d'un échantillon à un autre. Un corps particulièrement actif est un produit pharmaceutique (*Fer Bravais*) pourvu qu'il soit préparé depuis très longtemps. Une petite cuve de 1 millimètre d'épaisseur remplie de ce corps suffit pour répéter l'expérience de Majorana ; elle est placée dans un électro-aimant et traversée par un faisceau lumineux normal au champ. De part et d'autre sont deux nicols, dont les sections principales, croisées, sont à 45° des lignes de force. Lorsqu'on établit le courant, la lumière réapparaît colorée de teintes variées qui dépendent de l'intensité du champ. MM. Cotton et Mouton ont profité de la valeur élevée de la biréfringence obtenue avec ce liquide particulier pour étudier *séparément* les deux indices, ordinaire et extraordinaire, de la substance devenue ainsi biréfringente, à l'aide

d'un petit prisme creux placé dans le champ. Ils ont trouvé que l'indice ordinaire n_o et l'indice extraordinaire n_e différent tous deux de l'indice primitif n , et qu'on a sensiblement $n_e - n = 2(n - n_o)$. Cette propriété distingue la biréfringence dont il s'agit de la biréfringence électrique de Kerr et aussi de celle que prend un solide isotrope comprimé. Il en résulte, suivant une remarque due à M. Fortin, qu'un rayon de lumière se propageant *suivant les lignes de force* doit avoir, lui aussi, une vitesse différente quand le champ est excité. L'appareil avec lequel MM. Cotton et Mouton ont le plus souvent étudié la biréfringence magnétique est présenté à la Société : Il est fondé sur la méthode de Chauvin (quart d'onde et analyseur à pénombre). La source de lumière est un arc au mercure. Avec cet appareil, ils ont obtenu les résultats suivants : 1° *Solutions colloïdales d'hydroxyde de fer préparées artificiellement* : On peut, suivant le mode de préparation, obtenir à volonté soit des liquides *positifs*, soit des liquides *negatifs*. On peut, dans certains cas, augmenter énormément la biréfringence par un chauffage de quelques heures à l'étuve à 100° ; c'est ainsi que l'on peut obtenir des liquides positifs très actifs dont la biréfringence croît très régulièrement, à peu près comme le carré du champ. 2° *Fer Bredig*. En employant, dans certaines conditions, le procédé de Bredig avec des électrodes de fer, on peut obtenir un liquide jaune clair qui garde pendant des mois, conservé à l'abri de l'air, son aspect colloïdal typique. Cette solution, probablement formée d'oxyde magnétique, donne une biréfringence positive dont la loi de variation avec le champ est toute différente de celle des solutions précédentes d'hydroxyde. La courbe représentant la biréfringence en fonction du champ s'élève d'abord très rapidement au voisinage de l'origine pour se transformer, à partir d'un champ de 3.000 unités environ, en une droite légèrement ascendante. On peut, par suite, avec ce liquide (comme avec les plus actives des solutions d'hydroxyde), obtenir un phénomène mesurable avec les champs faibles produits par des bobines sans fer ou par des aimants permanents. Schmauss a fait la remarque importante que les liquides présentant la biréfringence magnétique étaient des colloïdes, et les faits qu'il a observés (en ajoutant de la gélatine à ces liquides ou en les faisant dessécher dans le champ) l'ont conduit à admettre que les particules en suspension dans le liquide hétérogène doivent *s'orienter*. MM. Cotton et Mouton ont été conduits à se rallier à cette hypothèse et à compléter l'explication. Les faits qu'ils ont observés en filtrant les liquides actifs sur collodion par le procédé de M. Malitano (la biréfringence est concentrée dans le résidu), en étudiant l'action de la pesanteur (le fond d'un flacon laissé longtemps au repos est beaucoup plus actif que la partie supérieure), en faisant coaguler le liquide dans le champ magnétique (le liquide reste actif), sont autant de preuves directes que le phénomène est lié à la présence des granules en suspension dans le liquide. L'examen ultra-microscopique des divers liquides a été fait ; il a montré, en particulier, que, si l'on augmente par un chauffage la grandeur de la biréfringence, les grains grossissent très nettement. On a pu faire cet examen ultra-microscopique sur des liquides pendant qu'ils étaient placés dans un champ magnétique (13.000 environ) : les particules ne s'alignent pas pour former des files, comme le pensait Braun, et les mouvements browniens persistent. Ce sont donc sans doute ces mouvements, qui ont plus d'importance pour les particules très petites, qui viennent contrarier l'orientation que tend à produire le couple magnétique (proportionnel, quand il n'y a pas saturation, au carré du champ). On peut certainement admettre qu'un milieu hétérogène, renfermant des particules orientées toutes de la même façon, doit être biréfringent ; mais, pour expliquer plus complètement le phénomène de Majorana, il faut d'abord montrer comment cette biréfringence est liée à l'action que chaque particule exerce, pour son propre compte, sur la lumière qui vient

l'atteindre. MM. Cotton et Mouton indiqueront ailleurs comment on peut, dans cette voie, retrouver théoriquement les faits expérimentaux, par exemple la règle relative aux indices. Il faut, en outre, rendre compte de l'existence des liquides négatifs; l'explication qui rend le mieux compte de leurs propriétés consiste à admettre que, dans ce cas, les particules en suspension sont anisotropes; elles se comportent, en effet, dans le champ comme le feraient de petits cristaux imprégnés de substances magnétiques étrangères en proportion variable. Cette hypothèse a conduit MM. Cotton et Mouton à examiner des liquides ne renfermant plus de métaux magnétiques, mais tenant en suspension de très petits cristaux en voie de formation. En mêlant, par exemple, des solutions convenablement diluées de carbonate de sodium et d'azotate de calcium, on obtient un liquide où le carbonate de calcium ne se dépose que lentement. Ce liquide présente d'abord le phénomène signalé par M. Majorana et par M. Meslin du dichroïsme magnétique, mais, en outre, il possède la biréfringence magnétique elle-même, qui semble devoir être une propriété générale des liquides renfermant en suspension de très petits cristaux de grosseur convenable. — M. A. Perot rend compte de la réunion de l'Union internationale pour l'étude du Soleil qui s'est tenue à Oxford, le 27 septembre dernier, et dans laquelle M. Fabry et lui étaient chargés de représenter la Société de Physique. — M. V. Crémieu expose ses recherches sur la gravitation. Il est parti de l'incompatibilité établie entre le « mécanisme » et le principe de Carnot. Il établit un parallèle entre les idées qu'Archimède, avec l'état de la Science à son époque, pouvait se faire de la cause de la poussée des liquides et, d'autre part, l'idée que nous pouvons, avec nos connaissances, nous faire de la gravitation, en supposant que le principe de la dégradation de l'énergie s'applique à l'énergie gravifique. De ces idées, on peut déduire deux ordres d'expériences. Dans les premières, on recherche si la loi de Lenz s'applique à la gravitation. L'auteur a essayé, dans ce sens, une première série d'expériences dont les résultats ont été négatifs. Dans le second ordre d'expériences, on pourra rechercher si, en passant d'un milieu pondérable à un autre, l'énergie gravifique libre a subi des variations du même ordre que celles subies par l'énergie calorifique, par exemple. L'auteur a entrepris à ce sujet deux séries d'expériences. Les premières mettent en évidence l'existence d'attractions particulières agissant entre gouttes liquides immergées au sein d'une même masse d'un second liquide non miscible et de densité identique à celle des gouttes. Le commencement de preuve résultant de ces expériences a amené l'auteur à entreprendre la mesure de la constante de gravitation entre solides immergés au sein d'une même masse liquide. Ces expériences, très délicates, ont donné, après quatre ans de travail, une série de résultats d'où l'auteur conclut : 1° Qu'il est possible de répéter l'expérience de Cavendish au sein des liquides, avec une netteté plus grande que dans l'air; 2° Que les premiers nombres obtenus montrent qu'on peut espérer trouver, dans ces expériences, une confirmation des hypothèses qui les ont inspirées.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 10 Novembre 1905.

M. G. Wyruboff offre à la Société son dernier Mémoire sur les silicotungstates, paru dans le *Bulletin* de la Société de Minéralogie (t. XXVIII, p. 201), et dans lequel il examine une question qui peut intéresser les chimistes. Il y montre, en effet, qu'à l'état de silicotungstates les terres rares ont les mêmes formes et les mêmes propriétés optiques que les silicotungstates de calcium et de strontium et cristallisent avec ces derniers en toutes proportions. Or, M. Bødemann et, plus tard, MM. Urbain et Lacombe ont trouvé que les terres rares cristallisent en toutes proportions avec les sels de bismuth triatomique. Cette contradiction ne peut

s'expliquer que de deux façons : ou bien le bismuth, encore si peu connu, n'est pas triatomique, ou bien la loi de l'isomorphisme n'est pas une loi chimique. M. Wyruboff fait voir que c'est cette dernière interprétation qui est la vraie, car le silicotungstate de bismuth est semblable aux silicotungstates de tous les sesquioxydes. Il suit de là que la loi de l'isomorphisme doit être ainsi formulée : *Chaque fois que deux corps ont des réseaux cristallins analogues, ils peuvent cristalliser ensemble en toutes proportions, quelle que soit leur composition chimique.* — M. Carré communique le résultat de ses recherches sur la conductibilité moléculaire des éthers phosphoriques. — MM. Gabriel Bertrand et de Vamossy ont étudié avec soin le dosage de l'arsenic par la méthode de Marsh et fixé des conditions qui permettent d'arriver régulièrement à de bons résultats. Ils signalent, en passant, l'erreur qui peut découler de l'emploi de l'acide nitrique pour dissoudre l'anneau arsenical. Quand on emploie ce réactif, le tube de verre peut perdre (plus ou moins suivant les échantillons d'un même tube) une partie appréciable de son poids, qui est alors comptée comme métalloïde. En remplaçant l'acide nitrique par l'hypochlorite de sodium, on peut éviter cette erreur à craindre. M. A. Gautier fait remarquer que la difficulté dans les recherches et le dosage de l'arsenic ne réside pas tant dans le maniement de l'appareil de Marsh que dans l'extraction, sans pertes, de cette substance des minéraux ou matières organiques où elle peut n'exister qu'à l'état de traces. Relativement à la recherche de l'arsenic, normal ou toxicologique, dans les matières animales, M. A. Gautier remarque que rien n'a été changé aux méthodes qu'il a données en 1876 et 1899. Quant au maniement de l'appareil de Marsh lui-même, il pense que la modification la plus importante est celle qu'il a introduite en remplaçant le cuivre par le platine lorsqu'il s'agit d'amener le dégagement d'hydrogène, le cuivre fixant l'arsenic longtemps et en quantité. Un second perfectionnement important a consisté à priver l'appareil de toute trace d'oxygène. Une autre modification précieuse est celle qu'on doit à Selmi, consistant à refroidir, par une double mèche humectée d'eau, le tube où se forme l'anneau d'arsenic. On arrive à réduire ainsi la largeur de cet anneau, dont les moindres parcelles deviennent visibles. L'emploi du flacon à hydrogène de très petite capacité, d'un tube étroit où se déposera l'anneau, et la dessiccation des gaz qui sortent de l'appareil sont trois perfectionnements introduits par M. G. Bertrand. Lorsque le dosage de l'arsenic peut se faire à la balance, M. A. Gautier a toujours pesé l'anneau par différence après sa dissolution dans une goutte d'acide nitrique ordinaire, lavage à l'eau et dessiccation à 120°. Il ne peut s'expliquer les différences quelquefois obtenues depuis par M. Bertrand, pour un même bout de tube de 2 à 3 centimètres traité dans ces conditions. — MM. A. Haller et G. Blanc ont essayé d'obtenir un isomère du camphre en partant de la β -campholide qu'ils ont découverte et en utilisant le procédé de M. Haller pour l'obtention du camphre ordinaire; ils n'ont point jusqu'ici réussi. — M. P. Lebeau rappelle ses recherches antérieures sur la dissociation des carbonates alcalins, et présente quelques observations nouvelles sur la volatilité de ces carbonates. Tous les carbonates alcalins peuvent être considérés comme non volatils au-dessous de 1.100° dans une atmosphère de gaz carbonique, sauf le carbonate de césium qui possède, à cette température, une tension de vapeur appréciable. Sa volatilisation correspond, après six heures de chauffe, à 0,32 % du poids de carbonate initial.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

M. J.-O.-W. Barratt : *La phagocytose des cellules rouges du sang.* L'auteur a recherché les conditions dans lesquelles la phagocytose des cellules rouges du

constaté que le carbure d'aluminium se comporte comme un agent fortement réducteur. Jusqu'à 1400°, Al et C sont simultanément oxydés; au-dessus, la réduction est l'œuvre du carbone seul, tandis que Al se combine au métal réduit; dans le cas de l'oxyde de fer, on a : $Fe^2O^3 + Al^2C^3 = 2Fe.4Al + 3CO$. Le carbure d'Al réagit également avec les métaux à haute température en donnant des alliages et un dépôt de C. — MM. W. R. Dunstan, H. A. D. Jowett et E. Goulding donnent les détails de leurs recherches sur la rouille du fer, dont les conclusions ont déjà été développées ici. — M. Ph. W. Robertson a constaté que les dépressions moléculaires des éthers en solution phénolique tendent à augmenter avec la concentration. Dans plusieurs cas, cependant, il y a une association initiale et la dépression moléculaire décroît d'abord, et passe par un minimum. Les éthers éthyliques des acides gras normaux forment deux séries définies, contenant l'une les acides pairs, l'autre les acides impairs. — M. J. W. Walker et M^{lle} M. V. Dover ont reconnu que, lorsque des solutions équivalentes de KI et CuSO⁴ sont mélangées, le précipité résultant contient un polyiodure de cuivre défini, mélangé à l'iodure cuivreux. Le polyiodure répond à la composition brute CuI^x; c'est peut-être un mélange équimoléculaire de CuI² et CuI⁶. — MM. J. W. Walker et F. M. G. Johnson représentent le rendement en halogénure d'alkyle obtenu par l'action de PCI³, PBr³ ou PI³ sur les alcools méthylique, éthylique et *n*-propylique par l'équation : $HX^y + 3A.OH = P(OA)^{3-y}(OH)^y + (3-y)HX + yAX$, où X est l'atome d'halogène et A le groupe alkylique. Dans la production des bromures de méthyle et de *n*-propyle et de l'iodure d'éthyle, $y=2$; avec le chlorure d'éthyle, $y=1$. — Les mêmes auteurs ont déterminé la conductibilité électrique de quelques sels en solution dans l'acétamide. Le chlorure mercurique est le seul électrolyte normal; KCl, KI et KCAz présentent un maximum de conductivité moléculaire à environ 30 ou 40 litres, qui diminue de moitié par dilution. — MM. W. R. Dunstan et A. E. Andrews ont extrait de l'*Aconitum chasmanthum* un alcaloïde nouveau, très vénéneux, qu'ils nomment *indaconitine* et qui ressemble beaucoup à l'aconitine. Ce corps, de formule C³³H⁵⁷O¹⁰Az, est hydrolysé avec formation d'acide acétique et d'une autre base non vénéneuse, l'indbenzaconine C³³H⁴⁹O⁹Az. Par hydrolyse subséquente, cette dernière fournit de l'acide benzoïque et de la pseudoaconine, déjà connue. — Les mêmes auteurs ont extrait de l'*Aconitum spicatum* un autre alcaloïde, la *bikhaconitine*, de formule C³⁸H⁶³O¹⁴Az. Ce corps est hydrolysé d'abord en acide acétique et en vératroylbikhaconine; cette dernière est hydrolysée à son tour en acide vétratrique et bikhaconine. — MM. W. R. Dunstan et Th. A. Henry présentent quelques considérations générales sur les propriétés des diverses aconitines. Ils pensent qu'il serait bon de vérifier si les différents aconits européens du type de l'*A. napellus* ne fournissent pas des aconitines différentes.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 19 Octobre 1903.

M. Koenigsberger présente un Mémoire sur les équations différentielles de la Physique mathématique. Les progrès énormes que la Physique mathématique a faits dans ces derniers temps, et qui ont donné de si rapides et si beaux résultats, exigent la solution de cette question : Quels systèmes d'équations aux dérivées totales ou partielles considérés dans cette science sont d'origine mécanique, c'est-à-dire se présentent sous la forme des équations généralisées de Lagrange ou sous celle des équations principales de la variation d'une intégrale simple ou multiple, satisfaisant par conséquent au principe généralisé de l'effet minimum? La question (identique à la première) relative aux conditions nécessaires et suffisantes, indépendantes les unes des autres, de l'existence du potentiel cinétique

général d'ordre quelconque à un nombre illimité de variables indépendantes et dépendantes, est résolue au moyen de simples considérations analytiques, fournissant un complément essentiel aux recherches antérieures de l'auteur présentées à la même Académie. — M. Möbius présente une communication de M. G. Tornier, professeur à Berlin, au sujet d'une grenouille vivipare. La *Pseudophryne vivipara* est une espèce de bufonide de l'Est africain allemand, mettant au monde des petits tout vivants et à l'état d'évolution achevée, les exemplaires étudiés étant parfaitement métamorphosés quant à la tête et à la bouche et ayant une queue ronde et des rudiments de membres, tout en contenant de grandes quantités de vitellus dans l'abdomen.

Séance du 26 Octobre 1903.

M. Munk présente une communication ultérieure relative aux fonctions du cervelet. L'auteur y discute les mouvements forcés des animaux dus aux lésions de cette partie du cerveau, mettant en évidence les étroites relations qui existent avec d'autres anomalies produites par ces lésions. — M. Koenigsberger adresse un Mémoire qu'il vient d'élaborer sur des écrits posthumes de H. von Helmholtz, sur le rôle physique du principe de l'effet minimum. Ce Mémoire est le résumé de plusieurs courtes notices trouvées dans la succession scientifique de Helmholtz et qui étaient d'abord destinées à former un chapitre spécial de l'étude du même titre due à cet auteur. Le problème traité dans ce Mémoire, et qui est identique à l'établissement des conditions nécessaires et suffisantes de l'existence du potentiel cinétique d'ordre premier à une variable indépendante (problème qui vient d'être définitivement résolu au moyen du calcul des variations pour les potentiels cinétiques d'ordre quelconque à nombre illimité de variables indépendantes et dépendantes), est résolu par von Helmholtz pour trois paramètres dépendants au moyen de théorèmes bien connus de la théorie des potentiels, théorèmes qu'il étend à l'espace polydimensionnel au moyen de celui de Green, afin de résoudre le problème en question pour les potentiels cinétiques d'ordre premier à nombre illimité de variables dépendantes. — M. Oscar Schultz, professeur à Würzburg, adresse une étude au sujet de l'influence de la lumière sur l'évolution et la pigmentation des œufs et des larves amphibiques. — M. Carl Peter, professeur à Greifswald, a étudié certaines variations individuelles présentées par l'évolution animale. Les *gastrulas* de *Sphaerechinus*, à développement rapide provoqué par la chaleur, présentent des fluctuations plus grandes, au point de vue des cellules mésenchimiques primaires, que les *gastrulas* se développant lentement à l'eau froide.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 26 Octobre 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. W. Ebert : Une méthode simple pour la détermination des trajectoires elliptiques d'après trois observations.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M^{lle} H. Stern : Sur la pinacone de l'éthylphénylcétone. — M. P. Th. Muller a étudié la loi d'action des lipases du sérum et des tissus. Les lipases du foie et de la moelle osseuse suivent (comme celles du pancréas et de l'estomac) la règle de Schütz-Borissow, c'est-à-dire que leur action est proportionnelle à la racine carrée de la quantité de ferment. La lipase du sérum d'Harriot a une action proportionnelle, entre certaines limites, à la quantité de ferment.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. L. Rhéti communique ses recherches sur les glandes du palais et leur sécrétion. Il n'a trouvé qu'une seule espèce de glandes du type des glandes muqueuses, chaque glande étant pourvue de deux côtés de nerfs sécréteurs. Les sécré-

tions obtenues par excitation du nerf sympathique, d'un côté, et du nerf facial, de l'autre, ne présentent guère de différences, excepté au point de vue de la teneur en substances solides, celle des dernières étant supérieure. — M. L. Adamovic présente les résultats de son excursion botanique dans les Balkans. Il a, en particulier, découvert l'*Abies Apollinis* dans le nord de l'Albanie et le *Juniperus excelsa* en Macédoine, et confirmé l'existence du *Pinus leucodermis* sur l'Olympe. La flore montagnaise des régions visitées appartient au domaine méditerranéen. L. BRUNET.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Octobre 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. D. J. Korteweg : Sur les horloges sympathiques de Huygens et les phénomènes analogues, en rapport avec les vibrations principales et composées d'un mécanisme à un seul degré de liberté portant deux pendules. En février 1665, quand Huygens fut obligé de garder la chambre pendant quelques jours, il remarqua que deux horloges qu'il venait de construire, « étant suspendues l'une à côté de l'autre (fig. 1), gardent entre elles une justesse si exacte, que les deux pendules battent toujours ensemble, sans jamais varier. Et les vibrations des pendules mises à la consonance ne vont pas en sorte que l'une

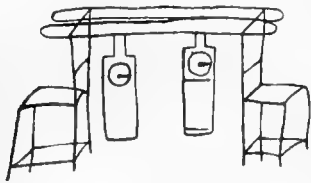


Fig. 1. — Disposition des deux pendules de Huygens (d'après un croquis de l'auteur).

soit parallèle à l'autre; mais, au contraire, ils s'approchent et s'écartent par des mouvements contraires. Eloignées l'une de l'autre, en un jour il y avait cinq secondes de différence » (*Œuvres complètes*, t. V, p. 244). D'abord Huygens attribua la « sympathie » des

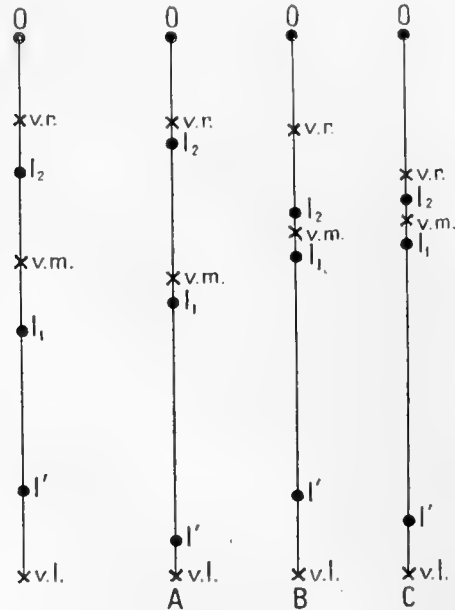


Fig. 2. — Diagramme représentatif des résultats de M. Korteweg.

deux horloges à l'influence du mouvement de l'air; mais bientôt il en découvrit la vraie cause : une faible mobilité des chaises portant les bâtons auxquels les horloges étaient suspendues. Quoique les expériences de

Huygens aient été publiées dans le *Journal des Sçavans* de 1665 et dans le *Horologium oscillatorium*, elles étaient tombées dans l'oubli quand, en 1739, John Elliott découvrit des phénomènes analogues (*Phil. Trans.*, t. LI, p. 126-135). Après lui, plusieurs savants se sont occupés de mécanismes à phénomènes de sympathie (Euler, D. Bernoulli, Savart, Résal, Lucien de la Rive, Everett, Cellérier, Fürtwängler). M. Korteweg s'occupe dans sa communication de la théorie mathématique du mouvement d'un mécanisme très général à un seul degré de liberté portant en des points déterminés deux pendules composés possédant à peu près la même durée d'oscillation; la seule restriction qu'il se permet, c'est que les mouvements des différentes parties de l'appareil ont lieu en des plans parallèles, de manière à ramener la question à un problème à deux dimensions. Par l'introduction du « système réduit », se composant du mécanisme général augmenté des masses des pendules transportées aux points de suspension, l'auteur trouve entre les longueurs de pendule l_1, l_2 et λ du système réduit, des deux pendules donnés et d'une vibration principale du système entier, la relation :

$$(l_1 - \lambda)(l_2 - \lambda) - c_1^2 l_1 (l_2 - \lambda) - c_2^2 l_2 (l_1 - \lambda) = 0,$$

où c_1^2 et c_2^2 sont des constantes. Donc il distingue trois vibrations principales : une vibration lente, une vibration moyenne et une vibration rapide. Dans le diagramme ci-joint (fig. 2), les distances de O correspondent aux valeurs de l_1, l_2 et aux longueurs de pendule des vibrations lente, moyenne et rapide (*v. l., v. m., v. r.*). Le premier trait représente le cas général : les traits A, B, C correspondent aux trois cas :

- A : $l_1 - l_2$ considérable, c_1 et c_2 petits;
- B : $l_1 - l_2$ petit, c_1 et c_2 considérables;
- C : $l_1 - l_2$ petit, c_1 et c_2 petits.

De ces trois cas, le troisième est celui observé par Huygens.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. A. Lorentz : Sur la radiation de chaleur dans un système de corps ayant partout la même température. Suite (Voir *Rev. génér. des Sciences*, t. XVI, p. 963). 16. Etat de radiation dans un système quelconque. 17. L'espace rempli d'un corps isotrope, homogène et parfaitement transparent, où tous les corps sont tenus à la même température. 18. L'amplitude du courant électrique correspondant. 19. Remarque finale. — M. H. W. Bakhuis Roozeboom : Les différentes branches de la ligne des trois phases pour solide, liquide et vapeur en des systèmes binaires, où se présente une combinaison. Pour ne pas être obligé de considérer une combinaison chimique formée de deux composantes comme une troisième composante, il faut que cette combinaison soit tant soit peu dissociée dans la transition à l'état fluide ou gazeux. Alors, au lieu du point triple unique, il se forme un lieu de points triples : la ligne des trois phases, faisant connaître les valeurs correspondantes de la température et la pression où la combinaison se maintient à côté des quantités de fluide et de vapeur de composition variable. Cela a été démontré par van der Waals en 1885. Ici, M. Roozeboom s'occupe des transformations que subit la ligne des trois phases sous l'influence des variations de température et de pression, ce qui mène enfin à la disparition d'une des trois phases. A cette fin, il se sert de la représentation nouvelle (p, x) de sa figure de l'espace déduite par M. Smits (*Rev. génér. des Sciences*, t. XVI, p. 196). — Ensuite, M. Roozeboom présente au nom de M. F. M. Jaeger : La diphenylhydrazine, l'hydrobenzène et la benzène-aniline, et la miscibilité des dernières substances avec l'azobenzène, le stibène et le dibenzène dans l'état solide. (A suivre.) P.-H. SCHOUTÉ.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Les solutions périodiques dans le problème des trois corps. — Les solutions périodiques et asymptotiques sont, on le sait, les seuls cas où il soit possible de calculer, pour un temps illimité, avec une précision illimitée, les mouvements des corps célestes. Bien que ces cas ne se présentent jamais dans la Nature, ils peuvent cependant rendre d'importants services à l'Astronomie : par exemple, on peut avoir avantage à prendre comme point de départ pour l'étude approximative d'une certaine orbite une solution périodique qui, pendant longtemps, se rapproche de la première. Mais la plus grande importance de ces orbites exactes pourrait bien venir, comme le déclare M. H. Poincaré, de ce qu'elles peuvent être employées comme base sûre de nouvelles recherches théoriques, de ce « qu'elles sont, pour ainsi dire, la seule brèche par où nous puissions essayer de pénétrer dans une place jusqu'ici réputée inabordable ».

Étant donnée leur grande importance à ce point de vue, les solutions périodiques ont, en ces derniers temps, été l'objet de nombreuses recherches; c'est ainsi que, dès 1877, G. W. Hill, dans un Mémoire très connu, utilisait une solution périodique comme point de départ d'une étude de l'orbite de la Lune. Mais c'est surtout depuis le travail, qui fait époque, de M. H. Poincaré sur les orbites périodiques que les astronomes leur ont consacré une grande attention : Hill et Tisserand les ont prises comme point de départ du calcul des mouvements d'Hyperion; Simonin, Hill et Schwarzschild ont montré qu'elles sont particulièrement utiles pour calculer les perturbations des petites planètes dont la durée de révolution est en rapport presque rationnel avec celle de Jupiter; enfin Hill, Darwin, Burrau, Perchot et J. Mascart, Charlier, etc... ont numériquement et analytiquement étudié les orbites périodiques souvent curieuses dans lesquelles une masse infiniment petite peut se mouvoir, si elle est attirée par deux masses linéaires gravitant autour de leur centre de gravité commun.

Dans tous ces travaux, sauf un, on a admis que les trois corps restent toujours dans un même plan; par conséquent, on n'a étudié ou employé, dans ces recherches, que des solutions périodiques de la première et de la seconde sorte.

Par contre, les solutions de la troisième et de la quatrième sorte ont peu ou point attiré l'attention : elles sont l'une et l'autre caractérisées par des inclinaisons entre les orbites, les premières ayant, en outre, de petites excentricités, les deuxièmes de grandes excentricités. Ces solutions n'ont été traitées que dans le travail bien connu de M. Poincaré, et il est clair qu'il peut exister de telles orbites, puisque cet auteur donne précisément un exemple de solutions périodiques de la troisième sorte, à faible inclinaison.

Tandis que les solutions périodiques de la quatrième sorte doivent être très difficiles à étudier, par suite de la grandeur même des excentricités, la théorie des solutions de la troisième sorte est, au contraire, naturellement très élémentaire, puisque les excentricités des orbites sont petites : la discussion peut alors être basée sur les premiers termes simples du développement de la fonction perturbatrice suivant les puissances des excentricités. Cependant, ces solutions périodiques de la troisième sorte méritent encore quelque intérêt, en vertu du grand nombre de types très différents qu'elles peuvent présenter; en outre, une discussion des conditions de stabilité de ces orbites, quand l'inclinaison cesse d'être petite, pourrait utilement contribuer à jeter quelque lumière sur la question de la constitution du système planétaire. Il était donc fort désirable que les solutions périodiques de la troisième sorte fissent l'objet d'une étude approfondie :

1^o Pour réaliser une classification des types très différents de ces orbites :

2^o Pour discuter les conditions de stabilité des divers types, en se basant, par exemple, sur la recherche des exposants caractéristiques des orbites.

M. H. de Zeipel, déjà connu par d'intéressantes recherches sur les perturbations planétaires, s'est attaché à cette importante question et il obtient de précieux résultats. Nous ne pouvons insister, ici, sur les détails des divers cas particuliers; mais il est curieux, cependant, d'établir un rapprochement avec les travaux de A. Féraud que nous avons eu l'occasion d'analyser déjà; car certaines solutions périodiques seront possibles si la ligne des apsides coïncide avec la ligne des nœuds ou lui est perpendiculaire, les conjonctions et oppositions symétriques se produisant à une demi-période, soit sur la ligne des nœuds elle-même, soit à 90° de cette ligne.

En outre, l'étude est faite des solutions réelles et imaginaires; mais la difficulté ne peut être levée, dans sa généralité, de savoir, parmi les différentes solutions, celles que l'on peut considérer comme stables d'une manière absolue. En résumé, les recherches de M. H. de Zeipel offrent un caractère original et entièrement nouveau; les résultats sont très instructifs, et les conclusions touchent aux points les plus obscurs des stabilités et instabilités pour les cas de fortes excentricités ou de grandes inclinaisons, — points sur lesquels devront de plus en plus se localiser les efforts des astronomes modernes.

Le dixième satellite de Saturne. — Le Professeur Pickering vient de donner, dans le numéro 9 du volume LIII des *Annales de l'Observatoire d'Harvard College*, les principaux éléments de Thémis, le dixième satellite de Saturne, qui est situé entre Titan et Hypé- rion.

La grandeur du satellite n'a pas varié depuis les premières observations et s'est maintenue vers 17,5.

Ce nombre indique malheureusement que Thémis est hors de la portée visuelle de tous les instruments existants et que toutes les recherches sont actuellement limitées aux moyens photographiques.

L'examen des plaques montre que l'inclinaison de l'orbite du nouveau satellite par rapport à l'Écliptique est de 39°, 1. Son excentricité est assez forte et voisine de 0,23.

A sa plus grande élongation, le dixième satellite se trouve à 154.500 kilomètres de la planète, si bien qu'il croise les orbites de Titan et d'Hypé- rion et doit subir, de ce fait, d'importantes perturbations, dont les résultats sont discutés dans la Note de M. Pickering.

Le diamètre probable de Thémis serait de 61 kilomètres et sa période de révolution de 20,85 jours.

Tous les chiffres précédents ne sont évidemment qu'approximatifs, puisqu'ils ont été déduits de documents photographiques encore peu nombreux.

Ajoutons que, de tous les satellites de Saturne découverts jusqu'à ce jour, Phœbé, le plus extérieur, est le seul qui soit animé d'un mouvement rétrograde.

§ 2. — Physique

Le magnétisme des alliages du manganèse. — Dans le court article consacré, l'an dernier¹, à l'ébauche d'une théorie possible des alliages magnétiques que forme le manganèse avec l'aluminium ou l'étain, j'étais parti de l'idée d'un simple relèvement de la température de transformation du manganèse, et j'avais pensé pouvoir la fonder sur le fait que l'aluminium forme au moins deux alliages dont la température de fusion est supérieure à celle des composants. J'ajoutais : « Peut-être trouvera-t-on pour l'étain des effets analogues sur les températures de fusion des alliages qu'il forme. »

Ce phénomène, dont j'indiquais alors la possibilité, et qui serait venu donner un ferme appui à la théorie que j'avais essayé de formuler, vient d'être établi expérimentalement par la découverte d'un relèvement considérable des températures de fusion dans la série des alliages étain-sodium.

Dans un travail très bien conduit, exécuté au laboratoire de M. Tammann, à Göttingue, M. T.H. Mathewson a montré que l'étain et le sodium peuvent former les cinq combinaisons Na^2Sn , Na^3Sn , Na^4Sn^3 , NaSn et NaSn^2 . Toutes ont des points de fusion plus élevés que ceux des composants; la principale, NaSn , entre en fusion à 576°, alors que les températures de fusion du sodium et de l'étain sont situées respectivement à 97°,5 et 232°. L'écart par rapport à la moyenne est donc de 311 degrés, quantité qui atteint presque le relèvement constaté dans les alliages de l'aluminium avec l'antimoine.

D'autres recherches, poursuivies au laboratoire de M. Tammann, ont aussi confirmé le fait que la température de transformation des métaux magnétiques peut n'être pas abaissée par l'addition de métaux non magnétiques, mais que, dans certains cas particuliers, il se produit seulement une sorte de dilution des propriétés magnétiques. Tel est le cas, par exemple, des alliages du nickel avec l'or, pour lesquels la température de transformation a été trouvée à peu près la même depuis le nickel pur jusqu'à son alliage contenant 10 % de nickel seulement. La perméabilité était faible, mais ne disparaissait qu'au delà de 320°.

Tout ces faits viennent à l'appui de la théorie dont j'ai donné l'esquisse.

Ch.-Ed. Guillaume,
Directeur-adjoint du Bureau international
des Poids et Mesures.

§ 3. — Électricité industrielle

Recherches sur l'influence de la Terre dans la télégraphie sans fil. — Le fait que l'énergie électromagnétique est transmise plus facilement sur l'eau que sur terre, après avoir frappé les expérimentateurs aux débuts mêmes de la télégraphie sans fil, a été confirmé ultérieurement à plusieurs reprises. C'est ainsi que la Terre s'est trouvée exercer une certaine influence sur le champ électromagnétique des ondes hertziennes, influence dont la nature n'avait toutefois pas été élucidée.

Une intéressante série d'expériences vient d'être entreprise par M. G. S. Sachs (voir *Annalen der Physik*, n° 12). Dans ces expériences, l'auteur se sert de transmetteurs et de récepteurs du système Braun à couplage électromagnétique, installés à des hauteurs différentes au-dessus du sol. Au lieu d'un cohéreur, il emploie une pile thermique dans le circuit récepteur; aussi les deux dispositifs sont-ils susceptibles d'une construction parfaitement symétrique. La bobine, placée à proximité du transmetteur, était alimentée par la batterie d'accumulateurs de l'Institut de Physique, à l'aide d'une ligne de 25 ou de 50 mètres de longueur; dans certains cas, on se servait d'une batterie installée au voisinage immédiat. La pile thermique était reliée au galvanomètre par une ligne de 48 à 75 mètres de longueur. Le transmetteur était pourvu d'une bobine sans résonance avec le premier, et qui était destinée à mesurer l'énergie qu'il émettait. Cette bobine se trouvait également reliée à un galvanomètre.

Voici les résultats qu'ont donné ces intéressantes expériences :

La surface de la Terre, dans le cas des ondes de 31 mètres de longueur, se comporte à l'égal d'un milieu fortement absorbant et peu réflecteur. En remplaçant la capacité par une prise de terre, on affaiblit la transmission à un degré considérable, tandis qu'en isolant l'appareil de la Terre, on rend la transmission plus efficace.

On voit que, au moins pour les ondes de courte longueur, l'appareil radiotélégraphique doit être bien isolé de la Terre, et placé aussi haut que possible au-dessus de cette dernière, sans toutefois être relié au sol.

Les arbres couverts de feuilles absorbent et réfléchissent les ondes électriques. Placés entre les deux appareils, ils affaiblissent la transmission de l'énergie électrique, tandis qu'ils la rendent plus efficace, en raison des ondes stationnaires qui se forment, lorsqu'ils se trouvent derrière les appareils.

Le bobinage du système accouplé doit se trouver dans un plan perpendiculaire à l'antenne.

La puissance de radiation d'un système ayant deux antennes à chaque station est de cinq à six fois plus grande que celle d'un système ne comprenant qu'une antenne et une capacité.

Les fils tendus à angle droit par rapport à l'antenne et à la ligne reliant le transmetteur et le récepteur n'exercent aucune influence sur la transmission. Si, au contraire, les fils sont tendus suivant la ligne reliant

¹ *Revue* du 30 octobre 1904.

les deux appareils, ils renforcent quelque peu la transmission. Un fil courant parallèlement à l'antenne exerce un effet d'écran d'autant plus fort que la prise de terre est plus parfaite; les fils parallèles sans relation avec le sol n'ont que des effets lentement affaiblissants.

De ces résultats, l'auteur tire la conclusion que, toutes les fois que l'appareil de télégraphie sans fil doit être installé au voisinage de mâts élevés, etc., il doit être isolé de la Terre, toute résonance entre le fil et les ondes étant évitée dans la mesure du possible.

L'effet intégral de la transmission décroît proportionnellement au carré de la distance dans le cas des ondes de 30 mètres de longueur.

La méthode proposée par le Professeur Drude permet de calculer rapidement et sûrement la construction de transmetteurs et de récepteurs accordés à couplage magnétique.

Lampe de sûreté système Tommasi. — On sait les services rendus par l'électricité dans les mines, et les progrès qu'elle a permis de réaliser sur la lampe Davy au point de vue de la sécurité. Cependant, il peut arriver que l'ampoule d'une lampe électrique se brise, et que le filament de charbon dégage des particules incandescentes, susceptibles de provoquer l'inflammation du grisou, ou même les poussières peuvent s'enflammer au contact des filaments des lampes à incandescence en cas de rupture de l'ampoule.

M. Berthelot vient de présenter à l'Académie des Sciences une lampe étudiée par M. D. Tommasi pour rendre ce danger impossible. Le principe en est simple : il consiste à monter l'ampoule de la lampe dans un tube en verre, fermé d'un côté par le socle de l'appareil, et de l'autre par un couvercle muni d'un robinet. Un petit soufflet, placé à l'intérieur, permet d'établir ou d'interrompre le courant, suivant qu'il est vide ou gonflé. Pour allumer la lampe, il suffit d'insuffler un peu d'air dans le petit soufflet interrupteur. On peut l'éteindre en ouvrant le robinet pour permettre l'échappement de l'air et dégonfler le soufflet.

Il est évident que la rupture de l'ampoule produirait le même effet que l'ouverture du robinet, sans toutefois ouvrir l'ampoule directement à l'atmosphère : L'ampoule se brise à l'intérieur du cylindre de verre, dont le volume se dilate de la quantité représentée par le volume de l'ampoule, dilatation qui suffit pour contracter le soufflet et le faire fonctionner : la lampe est ainsi éteinte et tout danger d'explosion conjuré. Des études minutieuses auraient permis, paraît-il, de vérifier le fonctionnement de sécurité de cette lampe.

§ 4. — Chimie

Les colorations iridescentes sur le verre.

— L'iridescence qu'on observe sur certains verres est généralement considérée comme produite par la réflexion de la lumière sur les surfaces inférieure et supérieure d'une couche transparente très mince d'épaisseur variable. M. H. E. Ashley vient de se livrer, à ce sujet, à une série d'intéressantes recherches, dont il tire les conclusions suivantes¹ :

La production des effets iridescents nécessite deux processus : d'abord la coloration du verre par l'introduction d'un métal dans une atmosphère oxydante, puis la coloration subséquente du métal dans une atmosphère réductrice; dans celle-ci, à une température suffisamment élevée, un grand nombre de substances chimiques agissent sur le verre coloré en transformant la couleur réfléchie en une des couleurs prismatiques. Toutes les expériences ont été faites sur du cristal dur d'Autriche, qui fut d'abord coloré avec de l'argent, puis soumis au deuxième traitement. Avec la plupart des substances employées, le radical acide paraît exercer la plus grande influence sur la coloration, excepté pour le métal cuivre.

Par exemple, de bons résultats ont été obtenus avec des poudres de sulfure d'argent (ou de cuivre), d'ocre et de noir de fumée dans la proportion 1 : 27 : 2 ou 1 : 97 : 2. On arrive à une belle couleur bronzée avec l'acétate de cuivre, le thiosulfate de sodium et l'ocre dans la proportion de 3 : 1 : 396. La formation d'oxydes d'étain adhérents empêche l'emploi de chlorure stanneux, mais le chlorure d'aluminium donne des effets colorés analogues.

§ 5. — Zootechnie

L'alimentation rationnelle de la vache laitière et le contrôle de son rendement.

— M. J. Alquier, attaché au Laboratoire de recherches de la Compagnie générale des Voitures, à Paris, a fait, sur cette question, au 2^e Congrès international de Laiterie qui vient de se tenir à Paris, une très importante communication, dont nous extrayons les passages qui suivent :

De tous les animaux de la ferme, la vache est certainement celui dont le rationnement doit être établi le plus rigoureusement. La nourriture est-elle surabondante? La vache engraisse. Or, l'embonpoint nuit à la lactation, et ne constitue pas une qualité pour les femelles destinées à la reproduction. Il les prédispose aux accidents lors du part. Si la ration est, par contre, insuffisante, principalement en matières albuminoïdes et minérales, exportées si abondamment par le lait, même lorsque l'animal semble, en apparence, suffisamment nourri, la période de lactation active et régulière diminue considérablement de durée. Et encore le mauvais rendement n'est-t-il qu'un inconvénient minime à côté des conséquences de l'état d'épuisement auquel en arrive tout organisme dont la production n'est pas proportionnée à la recette alimentaire. On réaliserait certainement un progrès considérable dans la prophylaxie de la tuberculose si l'on songeait à prévenir le mal en enseignant, avec un peu plus d'insistance, que la vache ne peut se contenter des fourrages et résidus industriels les plus grossiers et les moins nutritifs, qu'il est cependant de règle, dans la plupart des campagnes, de lui donner, à l'exclusion de tous autres.

La vache laitière rationnellement nourrie recevra donc tout d'abord exactement ce dont elle a besoin pour s'entretenir et satisfaire à la production maxima possible au moment considéré. A cette première règle générale, il est logique d'ajouter les suivantes, encore plus méconnues : 1^o Le rationnement de la vache laitière doit être individuel; 2^o La valeur nutritive de la ration individuelle doit varier avec le rendement, chaque période de lactation exigeant, pour une vache donnée, un apport alimentaire différent.

Ne pas tenir compte, ainsi que cela est encore de règle, de ces deux derniers principes, revient à nier l'importance, pourtant indiscutable, des aptitudes individuelles de la race, ainsi que des variations normales de la sécrétion, qui constituent les principaux facteurs de la production du lait. On ne saurait, par conséquent, trop critiquer le système, si souvent appliqué comme une méthode de progrès, de la ration moyenne, scientifiquement calculée pour un rendement moyen et distribuée, par exemple, à toutes les laitières d'une même exploitation. On arrive fatalement de la sorte aux rationnements insuffisants ou surabondants, précédemment critiqués. La vache qui produit beaucoup, ou qui vient de vêler, doit, à poids vif égal, ingérer davantage que la mauvaise laitière ou la bête tarie. Il faut également tenir compte de ce que toutes les laitières ne transforment pas de même les fourrages. Les quantités d'aliments ingérés par deux vaches, fussent-elles du même poids, sont, en effet, très rarement entre elles dans le même rapport que les volumes de lait ou les poids de beurre produits par ces deux vaches. Généralement, l'une d'elles utilise les aliments mieux que l'autre, et, à ce propos, il est facile de démontrer que l'utilisation de la ration est d'autant plus élevée que la vache est meilleure laitière, c'est-à-dire,

¹ *Trans. of the American Ceram. Soc.*, t. VII, p. 159-184.

en d'autres termes, rendue plus apte à la production maxima par sa race, son individualité et l'activité de sa mamelle au moment considéré.

Dans ces conditions, la tactique du producteur de lait doit se borner exclusivement au choix judicieux de son bétail et à l'élimination des animaux à faible rendement, que l'on peut qualifier de parasites, puisque leur exploitation n'est pas rémunératrice. Or, il existe un système permettant de déceler avec certitude les bonnes laitières ou beurrières : c'est celui qui consiste à contrôler la production du lait comme on doit suivre toute entreprise industrielle, c'est-à-dire en enregistrant la qualité, la quantité, la valeur économique, d'une part, des matières premières à transformer et, d'autre part, des produits résultant de cette transformation. D'après cela, le contrôle rationnel laitier portera sur les aliments ingérés par les vaches, puis, simultanément, sur le rendement en lait de ces dernières, avec examen de la qualité de la production. Est-il besoin d'ajouter qu'étant donnée l'influence indéniable de l'individualité et des variations de la lactation, le contrôle du rendement de la vache n'aura une signification pratique que s'il est individuel et continu ?

Bien que relativement très simple en principe, cette méthode n'est cependant pas à la portée de toutes les bonnes volontés, car elle présente de sérieuses difficultés d'exécution : pesage des aliments, échantillonnage des traites, détermination de la qualité de lait, qui réclament le secours sinon d'un spécialiste, du moins de quelqu'un qui soit bien au courant des opérations du contrôle. Ceci reconnu, si l'on considère combien est grande la dissémination des vaches laitières et combien est relativement restreint le nombre des exploitations à gros capitaux, possédant un nombreux bétail et un nombreux personnel, on comprend tout de suite que la plupart des propriétaires d'étables, livrés à leurs propres ressources, ne peuvent, pour des raisons économiques, tirer partie de cette idée, à moins qu'ils n'entrent dans la voie si féconde de l'association coopérative.

En effet, le système du contrôle du rendement laitier a déjà fait brillamment ses preuves dans tous les pays où les agriculteurs ont compris l'utilité de s'associer pour suivre la production individuelle de leurs vaches. En Danemark, par exemple, la première Société de contrôle date à peine de dix ans. Actuellement, il existe dans le pays 340 associations, contrôlant plus de 100.000 vaches. La méthode se serait-elle répandue aussi rapidement si elle avait été reconnue sans valeur par les propriétaires d'étables ? M. Alquier ne le pense pas. Il croit, au contraire, que, si l'agriculteur s'engageait aujourd'hui résolument dans cette voie, le contrôle méthodique, individuel et continu, du rendement de la vache le conduirait graduellement, mais sûrement : 1° à la constitution d'étables uniquement composées de laitières ou de beurrières à grands rendements, c'est-à-dire d'animaux d'un rapport maximum ; 2° à l'amélioration de la race par sélection des reproducteurs. L'importance de ces conclusions mérite l'attention de tous les agriculteurs.

§ 6. — Physiologie

Diabète et îlots de Langerhans. — Les expériences des physiologistes ont établi que l'ablation de la plus grande partie du pancréas, pratiquée chez le chien et chez quelques autres animaux, détermine chez eux l'apparition d'un diabète intense persistant jusqu'à la mort. Les cliniciens et anatomo-pathologistes ont, de leur côté, montré que, chez un certain nombre de diabétiques, mais non pourtant chez tous, le pancréas présente des altérations plus ou moins profondes.

Or, le pancréas est un organe histologiquement double : il est formé d'acini sécréteurs produisant le suc pancréatique, qu'ils déversent dans le duodénum par l'intermédiaire des canaux pancréatiques, sur les

terminaisons desquels ils sont disposés, et d'amas cellulaires spéciaux, dits îlots de Langerhans, sans rapport avec le système des canaux pancréatiques.

Les deux fonctions du pancréas, la fonction sécrétrice externe (production du suc pancréatique) et la fonction sécrétrice interne (intervention dans la régulation glycémique de l'organisme), appartiennent-elles aux mêmes éléments, ou doivent-elles être respectivement rapportées à l'un et à l'autre système de cellules pancréatiques, les îlots de Langerhans présidant à la sécrétion interne de l'organe et à la régulation glycémique de l'organisme ?

Les recherches anatomo-pathologiques de Dieckoff, de Kasahara, de Szoboleff et d'Opie conduisent à attribuer un rôle considérable à la dégénérescence des îlots de Langerhans dans la pathogénie du diabète, ces auteurs ayant noté, dans des cas de diabète typique, la seule lésion des îlots de Langerhans.

A cette conclusion, MM. P. Carnot et P. Amet, qui viennent de reprendre systématiquement l'étude de cette question, opposent deux ordres d'arguments : 1° Beaucoup de diabétiques n'ont présenté à l'autopsie aucune lésion langerhansienne ; 2° On a souvent noté des lésions considérables des îlots de Langerhans, associées ou non à des lésions des acini, sans que ces lésions aient donné lieu pendant la vie aux symptômes du diabète.

Depuis quelques années, de nombreux médecins se sont attachés à rechercher systématiquement les lésions pancréatiques dans les autopsies des diabétiques ; or, dans la moitié au moins des cas, les pancréas, acini et îlots, étaient intacts ; et, dans les cas où les pancréas étaient anormaux, les altérations langerhansiennes étaient rarement électives et coexistaient avec d'autres altérations pancréatiques. Pour n'en citer qu'un exemple, sur 23 diabétiques examinés, Schmidt trouve 8 pancréas intacts, 7 pancréas altérés avec îlots sains, 8 pancréas scléreux avec lésions insulaires.

Sans doute, on ne conclure de ces faits que la fonction glycorégulatrice de l'organisme, mise en défaut dans le diabète, n'a pas pour organe les îlots de Langerhans, parce que ces îlots peuvent présenter des lésions histologiques encore inappréciables par nos procédés d'investigation, et aussi parce que ces îlots peuvent présenter une inhibition fonctionnelle sans altération histologique. Pourtant, ces faits doivent nous conseiller la prudence dans nos conclusions.

MM. P. Carnot et P. Amet se sont attachés récemment à étudier les lésions que peuvent présenter les îlots de Langerhans dans un grand nombre d'affections essentiellement distinctes du diabète, et ils ont pu constater, en un court espace de temps, 8 cas dans lesquels ces îlots étaient grandement altérés en dehors de toute glycosurie (il s'agissait de malades ayant succombé à la tuberculose chronique, à la granulie, à la cirrhose alcoolique, à la rupture péritonéale d'un kyste hydatique, à un cancer d'estomac, sans avoir jamais eu de glycosurie). Ces mêmes auteurs ont noté une dégénérescence graisseuse considérable des îlots de Langerhans sur des pièces expérimentales, obtenues en soumettant des animaux de laboratoire aux intoxications arsenicale, phosphorée, morphinique, diphtérique. Or, pas plus que les malades, ces animaux n'avaient présenté de glycosurie.

Sans doute, comme le fait très justement remarquer M. Laguesse, l'étude des altérations des îlots de Langerhans sur les pièces d'autopsie est fort difficile, et souvent les prétendues lésions décrites par les auteurs ne sont que de simples stades de l'évolution normale des îlots ; — sans doute aussi, il est possible que toutes les lésions des îlots, notamment leur infiltration graisseuse, ne produisent pas la glycosurie. Il n'en est pas moins certain que ces observations anatomo-pathologiques doivent nous inviter à la prudence dans nos conclusions sur le rôle physiologique des îlots de Langerhans.

La question des îlots de Langerhans et de leurs fonctions est manifestement à l'ordre du jour et l'on peut espérer que les observations, qui se multiplient, ne tarderont pas à permettre de tirer des conclusions définitives. Dès maintenant, toutefois, on peut affirmer que les îlots de Langerhans représentent une véritable glande vasculaire sanguine, dissimulée dans l'épaisseur du pancréas digestif; nous n'en voulons pour preuve que les faits suivants relatés par M. Laguesse. Le canal pancréatique d'un lapin avait été réséqué entre deux ligatures sur 1 centimètre de longueur, au voisinage de son embouchure dans le duodénum; le lapin, complètement remis quinze jours après l'opération, se développa normalement et ne manifesta aucun phénomène morbide pendant deux ans. Il fut sacrifié vingt-cinq mois après avoir été opéré. A l'œil nu, le pancréas paraissait complètement absent; il était remplacé par une masse adipeuse, qui en avait conservé à peu près la forme; cette masse était formée uniquement et exclusivement par les îlots de Langerhans conservés intacts, groupés autour de cordons fibreux qui représentaient les anciens canaux pancréatiques obturés et transformés.

Le lapin n'avait présenté aucun symptôme de diabète; on avait toutefois négligé de faire l'épreuve de la glycosurie.

Ceci démontre bien que les îlots représentent un organe distinct du pancréas sécréteur, autonome, mais ne démontre pas qu'ils sont les organes de la fonction glycorégulatrice de l'organisme, car nous ne croyons pas qu'on ait réalisé chez le lapin la synthèse du diabète par l'ablation du pancréas.

Il était intéressant de signaler ou de rappeler cet ensemble de faits à un moment où les recherches expérimentales et anatomo-pathologiques sur les îlots de Langerhans vont se multiplier.

§ 7. — Psychologie

Un Laboratoire de Pédagogie normale. —

Nous assistons en ce moment, en France et à l'Étranger, à un mouvement général qui porte tous ceux qui s'occupent de Psychologie, de Médecine, d'éducation, vers les solutions pratiques. En France, nous voyons la *Ligue des Médecins et des Pères de famille* s'efforcer d'introduire dans les collèges et lycées la fiche sanitaire individuelle, qui permettra de suivre, de mesurer le développement physique et intellectuel de chaque enfant, de déceler ses diathèses, et de le soigner quand il est encore temps. Au *Congrès international d'Éducation et de Protection de l'Enfance*, qui s'est tenu à Liège en septembre 1905, les congressistes ont voté à l'unanimité la création d'un Comité international de Pédagogie, qui essayera de faire pénétrer dans l'École les résultats les plus utiles et les mieux démontrés de la recherche scientifique. Il est incontestable, en effet, que nous possédons actuellement bien des connaissances de psychologie sur l'enfant, qui pourraient recevoir une application dans l'enseignement. La *Société libre d'études psychologiques de l'enfant*, fondée il y a cinq ans par M. Buisson, et qui compte aujourd'hui plus de 600 adhérents, a beaucoup travaillé; par ses enquêtes, ses questionnaires, ses études d'après nature, elle a élucidé bien des points importants: et il serait dommage que tous ces travaux restassent lettre morte et ne servissent à rien.

Que faudrait-il donc pour que ces idées de réforme, ces aspirations prissent enfin un corps? Il faudrait que quelqu'un payât de sa personne et fit un essai. Mais où? Comment? Dans quelles conditions? A mon avis, on devrait choisir une petite école primaire, qui aurait un directeur intelligent, un personnel zélé, des inspecteurs amis du progrès. Il faudrait aller trouver toutes ces personnes, leur dire: « Je vous apporte de belles idées, qui seront très utiles sans doute aux enfants. Voulez-vous en faire l'essai loyal? Il s'agit d'opérer des examens et des mensurations périodiques, il s'agit de débrouiller des

types d'intelligence, de constater des aptitudes, de mieux adapter l'éducation à la personnalité de chacun. Le travail sera long et méticuleux, et, pour le moment, il ne sera nullement rémunérateur dans le sens matériel du mot. Vous n'en serez récompensé que par la satisfaction d'avoir accompli, vous les premiers, un grand devoir social ».

Ce n'est pas tout. Il faudrait encore l'appui de l'Administration. Il faudrait aller voir ceux qui nous gouvernent, les intéresser à notre cause, leur montrer que nous sommes des gens de bonne volonté, que nous mettons beaucoup du nôtre, que nous méritons d'être soutenus, encouragés. Voilà ce qu'il faudrait dire et faire comprendre, en mettant dans nos demandes cette éloquence qui vient du cœur.

Serions-nous compris? Plus d'un, parmi ceux qui lisent ces lignes, va répondre sceptiquement: tout est possible!

Eh bien, on aurait tort d'être sceptique. Nous arrivons toujours au but, à la condition d'y mettre de la volonté, à la condition surtout de ne pas oublier de faire dans chaque entreprise la part de l'initiative privée.

Ce laboratoire de pédagogie normale, il existe; il existe depuis quinze jours. J'ai demandé à l'Administration l'autorisation de le créer moi-même dans une École de la Ville de Paris. Les instruments sont en place. Les professeurs de l'École s'exercent à les manier. Le Directeur de l'École veille avec un soin jaloux à la mise en marche. On trouve là la toise, le dynamomètre, le spiromètre, le compas d'épaisseur, les appareils enregistreur de la méthode graphique, les méthodes qui permettent de relever les signes d'une mentalité quelconque, enfin tout ce qui nous sert à connaître le corps et l'âme de nos enfants. On trouve là aussi, dès à présent, des gens qui sont décidés à travailler beaucoup, avec ardeur et désintéressement. Nos ressources sont petites, mais notre courage est grand. Dans notre gratitude, nous rendons hommage à la bienveillance de M. Bédorez, à l'appui constant et chaleureux de M. l'inspecteur Belot, au zèle infatigable de M. le directeur Vaney, à la collaboration précieuse du Dr Simon, et aux encouragements d'un comité de patronage dans lequel ont bien voulu entrer MM. Léon Bourgeois, Bédorez, Buisson, Bager, Baudrillard, Boitel, Charlot, Devinat, Lacabe, Langlois, Le Chatelier, Legendre, Malapert, L. Olivier, Thamin, et M^{lle} Billotey. Que tous les instituteurs désirant s'initier aux méthodes nouvelles, qui permettent de mieux connaître les enfants, que tous ceux qui croient que notre œuvre est utile et féconde viennent frapper à la porte de notre laboratoire (36, rue Grange-aux-Belles): ils y recevront le meilleur accueil.

Alfred Binet,

Directeur du Laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne.

§ 8. — Géographie et Colonisation

L'Industrie française de la Soie devant la concurrence internationale. —

Les récentes discussions parlementaires sur le relèvement des droits frappant les tissus étrangers de soie pure ont paru faire croire, si ce n'est à une crise, — et le mot est bien fort, — du moins à des difficultés que traverserait l'industrie française de la soie. Aussi bien, à cette occasion, nous semble-t-il intéressant d'étudier, en nous aidant d'un récent travail de M. R. Gonnard¹, l'état actuel de cette branche de notre production.

La répartition géographique de la production de la soie s'étend sur deux vastes régions: une partie du bassin méditerranéen (Europe et Asie antérieure) et l'Extrême-Orient (Inde, Indo-Chine, Chine et Japon). Comme le montre le tableau suivant, les quantités affirment la prépondérance énorme et croissante de l'Extrême-Orient devant l'infériorité et le stationnement de la sériciculture européenne, et aussi la grande

¹ *Revue économique internationale*, 15-20 août 1905.

supériorité de la production italienne sur celle des autres pays méditerranéens :

Soies mises à la disposition de l'industrie occidentale, en 1902.

France	570.000 kgs
Italie	4.477.000
Espagne	78.000
Autriche-Hongrie	304.000
Suisse	50.000
Russie et Caucase	465.000
Etats des Balkans	110.000
Turquie d'Europe	170.000
Grèce et Crète	55.000
Turquie d'Asie	1.030.000
Perses et Turkestan (exp.)	545.000
Chine, Schang-Hai (exp.)	3.350.000
— Canton (exp.)	3.220.000
Japon (exp.)	4.770.000
Indes anglaises	295.000

Toute cette soie, mise à la disposition des fabricants occidentaux, est conditionnée et vendue dans un certain nombre de villes, qui sont ordinairement des centres industriels en même temps que des marchés. Les plus importantes sont Milan (9.849.000 kilogrammes en 1902) et Lyon (7.165.000 kilogrammes). Puis viennent Turin en Italie, Saint-Etienne en France, Zurich et Bâle, en Suisse, Crefeld et Elberfeld en Allemagne, Vienne en Autriche. La consommation industrielle comparée de la soie se répartit de la manière suivante :

	1900	1902
France	3.223.000 kgs	4.109.000 kgs
Etats-Unis	3.700.000	6.000.000
Allemagne	2.630.000	2.983.000
Suisse	1.455.000	1.665.000
Italie	950.000	1.000.000
Russie	1.175.000	1.514.000
Angleterre	800.000	761.000
Autriche	675.000	750.000

Ainsi, l'industrie de la soie se développe, des concurrences nouvelles apparaissent. Quelles sont les raisons de ce changement ? Vis-à-vis de la consommation, c'est d'abord que le luxe a évolué, il s'est égalisé : la qualité du tissu est moins recherchée que l'agrément de la confection, les lainages font concurrence aux soieries, et, parmi ces dernières étoffes, les damas et les brocarts précieux, qui furent la gloire de Lyon, ont fait place aux tissus légers et peu coûteux, capables d'être fabriqués partout et plus sujets aux oscillations de la mode ; de là, pour Lyon, une concurrence qui ne cesse de grandir, et des probabilités de crises fréquentes pour tous les centres de production.

En ce qui concerne la production, les causes de crise résident dans l'élévation du prix de la matière première, très recherchée et peu susceptible d'être multipliée rapidement, malgré les essais que l'on tente aujourd'hui dans différents pays. C'est ainsi qu'au cours de 1902 et 1903, la hausse a été de 20 %. Si l'extension de l'industrie de la soie agit dans ce sens sur la matière première, son influence s'exerce en sens contraire sur la vente des tissus, et les deux mouvements s'unissent pour diminuer les bénéfices. D'autre part, les conditions du travail se sont modifiées : l'industriel, qui se contentait de transmettre ses commandes au « canut », sans avoir à engager aucun capital, a dû construire des usines, acquérir un matériel coûteux, nécessitant un travail continu, qui pousse à la surproduction, si l'écoulement n'est pas continu à son tour. De plus, avec les progrès constants du machinisme, ce sont les pays les plus récemment outillés qui ont le plus de chances de victoire.

L'examen des différentes causes que nous venons d'analyser montre assez que le malaise doit être plus ou moins général. Et tel est bien le cas, même aux

Etats-Unis, dont les industriels ne cessent pas de se plaindre, en réclamant des droits d'entrée toujours plus élevés. Devant cette évolution de l'industrie soyeuse, la fabrique lyonnaise n'est pas restée inactive : tandis que les métiers à bras se raréfiaient, les métiers mécaniques se multipliaient, en se concentrant dans des usines, souvent établies à la campagne. Enfin, s'adaptant aux nouveaux désirs de la consommation, la fabrique lyonnaise a réduit sa production de riches tissus, livrant aujourd'hui des étoffes dont le prix du mètre oscille entre 500 francs et 0 fr. 50. Ces transformations ont permis un accroissement de la production, qui s'est élevée de 379 millions de francs, en 1893, à 444 millions, en 1902, et les exportations ont suivi le même mouvement. En aucune façon, la situation de notre industrie soyeuse n'est pire que celle de nos rivaux étrangers.

P. Clerget.

§ 9. — Enseignement

Le nombre des étudiants en Allemagne.

— L'encombrement des carrières libérales se fait sentir d'une façon intense dans tous les pays. Voici quelques chiffres qui montrent qu'en Allemagne le nombre des étudiants s'accroît dans des proportions inquiétantes :

Pendant le semestre d'été 1903, on comptait dans l'Empire allemand 41.948 étudiants, dont 3.198 étrangers (soit 7 %). Ce chiffre dépasse de 13.000 celui d'il y a vingt ans. On constate, cependant, une légère diminution dans les Facultés de Médecine et de Théologie protestante, mais l'augmentation est saisissante en ce qui concerne les étudiants en Philosophie et Histoire, au nombre de 8.893, en 1903, au lieu de 3.399, en 1885. Pour les Mathématiques et les Sciences naturelles, le nombre passe dans le même temps de 2.583 à 5.299 ; pour la Pharmacie, de 814 à 1.547 ; pour le Droit, de 4.682 à 11.678.

Or, les chiffres de 1885 représentaient déjà un excédent par rapport aux places disponibles et à l'accroissement de la population.

L'École de Marine de Paris. — On sait qu'il a été fondé, lors de la rentrée d'octobre, à l'École supérieure de Commerce de Paris, une section de Navigation. Voici la liste des matières enseignées et des professeurs chargés de cet enseignement :

Calculs nautiques, Cosmographie, Astronomie : M. Guilhaumon ;

Physique : M. Tombeck, docteur ès sciences ;

Météorologie, Théorie du navire, Constructions navales : M. Roullin, capitaine de frégate ;

Machines à vapeur : M. Petithomme, ingénieur principal de la Marine ;

Règlements maritimes, Police de la navigation : M. Réty, chef de bureau à la Navigation commerciale ;

Histoire du commerce : M. Milhaud, professeur au Lycée Montaigne ;

Géographie du littoral : M. Métin, examinateur à l'École navale ;

Commerce et Comptabilité : M. Leix, expert comptable à la Cour d'appel ;

Législation industrielle et ouvrière, Economie politique : M. Renaut, docteur en droit ;

Législation commerciale et maritime : M. Fromageot, docteur en droit ;

Etude des transports : M. Hubout, ingénieur en chef à la Compagnie de l'Est ;

Législation sanitaire et Hygiène maritime : M. le Dr Barthélémy, médecin principal de la Marine ;

Langue anglaise : M. Baijet, agrégé de l'Université.

La durée des cours sera de deux ans. A la fin de la première année, les élèves, sous la conduite de leurs professeurs, visiteront les ports de l'Angleterre, et, à la fin de la seconde année, les grands ports du Nord et les établissements de la Marine : chantiers de constructions navales, forges, entrepôts, etc.

L'INSTRUMENT DES HAUTEURS ÉGALES EN ASTRONOMIE DE POSITION OU ASTROLABE A PRISME

Dans un des derniers numéros de la *Revue*¹, nous avons montré la supériorité, au point de vue théorique comme au point de vue pratique, de la *méthode des hauteurs égales* sur toutes les autres méthodes d'observation pour la détermination précise de la position, sur la sphère céleste, du *zénith* à une heure donnée d'un compteur de temps ou d'une *astre*. Et, pourtant, elle est à peu près universellement abandonnée, non seulement dans les observatoires et en Géodésie, mais même en Astronomie de voyage, c'est à dire là où ses avantages pratiques, tout au moins, auraient dû la mettre au premier rang. Quelles sont donc les raisons qui peuvent expliquer un pareil abandon? C'est ce qu'il importe tout d'abord d'examiner. Il nous faut, pour cela, remonter aux origines de la méthode.

I. — MÉTHODE DE GAUSS ET MÉTHODE DES HAUTEURS ÉGALES GÉNÉRALISÉES. EMPLOI DU SEXTANT.

La méthode des hauteurs égales pour la détermination simultanée de la latitude et de l'heure a été imaginée par Gauss en vue d'éliminer, dans l'emploi du sextant et de l'horizon artificiel pour l'observation des hauteurs d'astres, l'influence des erreurs instrumentales (excentricité de l'alidade, obliquité des miroirs par rapport au limbe, prisme des miroirs et des glaces du bain, etc.) et celle des erreurs de lecture et de collimation. Elle consiste à caler l'alidade sur le limbe dans une position arbitrairement choisie, qui n'a pas besoin d'être connue, et à noter au chronomètre les heures auxquelles trois astres quelconques, dont on peut avoir les positions exactes par les éphémérides ou les catalogues, atteignent la hauteur apparente qui correspond à ce calage. Comme, pendant la durée des observations, on n'a à toucher à aucun organe de l'instrument, on peut admettre qu'à chacune d'elles, occupant la même position par rapport à la *verticale*, il se retrouve identique à lui-même, ou, en d'autres termes, que les hauteurs apparentes observées sont rigoureusement égales. On est donc bien dans les conditions d'application de la méthode.

Avec trois astres seulement, le problème est évidemment déterminé. Gauss en a donné le pre-

mier une solution *directe*. Cagnoli en a fourni une autre un peu plus élégante. Elles permettent d'obtenir les trois inconnues sans l'intermédiaire de leurs valeurs approchées. C'est l'avantage qu'elles présentent sur la solution *indirecte* des équations de condition ou des droites de hauteur, avantage un peu théorique du reste, puisque, dans la pratique, on est toujours obligé de préparer les observations et, par conséquent, d'avoir des valeurs plus ou moins approchées des inconnues. Il est largement compensé par une plus grande complication de calculs et surtout par une moindre facilité de discussion.

Cherchons les directions azimutales que doivent avoir les trois astres observés pour que les résultats aient le maximum de précision.

La formule qui donne l'erreur probable d'une observation au sextant est :

$$(1) \quad \delta z = \pm 15 \sqrt{(0,07 \sin \lambda \sin Z)^2 + \left(\frac{3,2}{2G}\right)^2}$$

(2G est mis ici au lieu de G, car la vitesse relative des images est double lorsqu'on observe à l'horizon artificiel). En fixant dans cette formule $G=8$, ce qui est le grossissement ordinaire des lunettes astronomiques de sextants, on trouve :

$$\left. \begin{aligned} \delta z &= \pm 3'',00 \text{ pour un astre observé dans le méridien;} \\ \delta z &= \pm 3'',18 \text{ pour } \lambda = 90^\circ \} \text{ et pour un astre observé} \\ \delta z &= \pm 3'',04 \text{ pour } \lambda = 30^\circ \} \text{ dans le 1}^\text{er} \text{ vertical.} \end{aligned} \right\}$$

On voit que, avec ce grossissement, l'erreur probable d'une droite de hauteur est sensiblement constante dans tous les azimuts et à toutes les latitudes¹. Les trois droites de hauteur dans la méthode de Gauss ayant ainsi même poids, il est clair que le cercle qui leur est tangent intérieurement ou extérieurement sera d'autant mieux déterminé que le triangle se rapprochera davantage de la forme équilatérale, ce qui conduit à prendre trois étoiles à 120° les unes des autres. Pratiquement, il suffit que leurs directions azimutales fassent entre elles des angles convenables. C'est la conclusion à laquelle Gauss était parvenu en calculant l'influence d'une erreur d'observation sur les résultats.

En observant les trois mêmes étoiles à trois re-

¹ A. CLAUDE et L. DRIENCOURT : La méthode des hauteurs égales en Astronomie de position, dans la *Revue* du 30 novembre 1905.

¹ C'est cette constance qui explique qu'aucun observateur jusqu'ici n'ait signalé la variation de la précision de la droite de hauteur avec l'azimut, variation très perceptible avec les grossissements élevés.

prises différentes, Gauss a obtenu pour le chiffre des secondes de la *latitude* de Göttingen :

La 1 ^{re} soirée	56 ^{''} ,7
2 ^e —	51 ^{''} ,5
3 ^e —	54 ^{''} ,4
Moyenne	55 ^{''} ,3

Le chiffre exact est de 55^{''},6. Les écarts sont de l'ordre de grandeur indiqué par la formule (1). D'autres observateurs, opérant en divers points, ont trouvé de pareilles concordances, et leurs moyennes s'écartent aussi peu des latitudes exactes déterminées ultérieurement. Pour les *heures*, on constate des accords du même ordre entre celles qu'on obtient par ce procédé et celles que fournit un instrument méridien. On ne saurait donc douter de l'excellence d'une méthode qui permet d'atteindre une pareille exactitude avec un simple sextant et par trois observations seulement.

Malgré tout, elle a toujours été considérée plutôt comme une solution intéressante d'un problème trigonométrique que comme une véritable méthode d'observation. Anger et Knorr ont essayé de combattre cette fausse conception en montrant que le principe des hauteurs égales s'applique à un nombre quelconque d'étoiles et que le problème sera tout très aisément par la méthode générale des équations de condition. Après eux, le Commandant Perrin, dans le très beau Mémoire qu'il a publié sur l'emploi de la méthode des hauteurs égales avec le sextant¹, a été encore plus loin dans cette voie : c'est à lui que revient l'honneur d'avoir simplifié le problème par l'application des lieux géométriques. En dépit de son origine illustre et des efforts tentés par ceux qui ont pu en apprécier la valeur, la méthode de Gauss a toujours été d'un usage peu répandu.

Parmi les raisons qui expliquent cet abandon, il faut sans doute placer en première ligne les *difficultés* que présentent, au début, les observations d'étoiles au sextant et à l'horizon artificiel. Ce n'est que par un entraînement progressif, en commençant par les étoiles les plus brillantes, qu'on arrive à mettre aisément les deux images d'une même étoile dans le champ, à les y maintenir et à les faire passer assez près l'une de l'autre pour bien apprécier le moment où elles sont à la même hauteur. On a inventé des dispositifs particuliers pour faciliter ces opérations : un petit niveau qui se fixe sur l'alidade et un pied articulé porté par trois vis calantes, ou, à défaut, un sabot de bois portant des entailles à différentes hauteurs. Mais ces accessoires ne sont pas d'un usage courant et il faut une très grande habitude ou un talent d'observateur

peu ordinaire pour espérer obtenir, même avec un instrument qui en est muni, des résultats d'une précision comparable à celle indiquée plus haut.

C'est qu'en effet le sextant se prête mal aux observations qui réclament une grande précision. Le *grossissement* dans un instrument à réflexion destiné à être tenu à la main est nécessairement très limité; on est obligé de laisser un certain champ à la lunette sous peine d'augmenter outre mesure les difficultés de recherche de l'étoile et d'observation. Même en employant dans la lunette astronomique du sextant un oculaire négatif, qui donne, comme on sait, le plus fort grossissement pour une même valeur du champ, on ne dépasse guère huit fois. Or, on a vu qu'avec cette valeur de *G*, l'erreur probable d'une droite de hauteur n'est pas inférieure à 3^{''}. Lorsque l'instrument doit être placé sur un support, on peut substituer à l'oculaire ordinaire un oculaire grossissant un peu plus et aller jusqu'à douze et treize fois; c'est à peu près la limite. Dans ces conditions, on ne saurait obtenir une bien grande précision pour les droites de latitude.

À défaut d'observations très précises, peut-on du moins les *multiplier* assez dans une même soirée pour réduire d'une manière notable l'influence des erreurs et profiter ainsi de la généralisation dont la méthode a été l'objet depuis Gauss? L'expérience est là pour démontrer que les plus habiles observateurs ne peuvent guère prendre plus de cinq à six étoiles dans une soirée. Et cela se conçoit : les étoiles, de grandeur trois au plus, doivent être réparties autant que possible également dans les diverses régions azimutales, et, d'autre part, il faut à chaque observation un certain temps pour se préparer. Or, si ce nombre d'observations suffit pour garantir contre toute erreur grossière résultant de méprises possibles sur l'identité des étoiles, il ne permet pas d'espérer une atténuation sensible de l'influence des erreurs.

Pour compenser l'insuffisance du nombre des étoiles observables, on a imaginé de faire *plusieurs observations de chaque étoile*, en se basant sur la perfection relative de la graduation dans les instruments actuels. Au lieu de laisser l'alidade fixée sur le même point du limbe pendant toute la durée des observations, on lui donne une série de déplacements successifs de part et d'autre de ce point, et l'on note les heures auxquelles une même étoile atteint les hauteurs correspondant à ces différents calages qui sont lus sur le limbe. On obtient ainsi, pour chaque étoile, une série d'heures à la moyenne desquelles on applique une petite correction pour la faire correspondre à la moyenne des lectures.

Celle-ci ne doit pas nécessairement avoir la même valeur pour toutes les étoiles; il suffit que les dif-

¹ Voir *Annales du Bureau des Longitudes*, t. IV. C'est à ce Mémoire que sont empruntés les chiffres cités plus haut.

férences soient petites, la méthode des équations de condition permettant, dans ce cas, d'en tenir compte aisément dans les calculs.

Nous ne saurions, pour notre part, admettre une manière d'opérer qui porte une aussi grave atteinte au principe des hauteurs égales. Pour qu'elle fût légitime, il faudrait que les différences des hauteurs moyennes fussent connues avec une entière exactitude, ce qui n'est pas, puisqu'elles sont affectées des erreurs de lecture et d'excentricité. S'il est permis, en effet, de négliger les petites différences des erreurs qui résultent, pour des hauteurs très voisines, de la partie *constante* de l'excentricité, il n'en est pas de même de celles qui proviennent de la partie *fluctuante*, due au jeu nécessaire de l'axe de rotation de l'alidade dans sa douille, à l'usure, et qui change lorsqu'on déplace cette alidade. Rien n'autorise à penser que, dans chaque série de hauteurs, il se produit une compensation suffisante de ces erreurs essentiellement variables et qui peuvent atteindre une valeur notable. En procédant par séries de hauteurs, on fait donc bénévolement réapparaître les deux plus redoutables erreurs du sextant, que la méthode de Gauss a précisément pour but d'éliminer. Le bénéfice est plus que problématique et, en saine doctrine, cette manière d'opérer doit être condamnée.

Ainsi, depuis Gauss, la méthode des hauteurs égales n'avait fait aucun progrès sensible en dehors de la généralisation dont elle avait été l'objet, — généralisation demeurée, on l'a vu, presque exclusivement théorique du reste : les difficultés d'observation, si rebutantes pour les commençants, n'étaient guère aplanies; on n'avait rien fait pour diminuer les erreurs d'observation, et le petit nombre d'étoiles observables dans le court intervalle pendant lequel on peut négliger les variations de marche du compteur de temps interdisait tout espoir de réduire notablement leur influence sur les résultats. Et il n'en pouvait être autrement tant que l'instrument de la méthode continuait à être le sextant, qui, de par sa nature même et l'usage auquel il est destiné, ne peut s'accommoder des forts grossissements. Elle restait donc ce qu'elle était primitivement : un merveilleux procédé pour tirer du sextant le meilleur parti possible, mais d'un emploi difficile, exigeant un assez long apprentissage et, par suite, d'un usage peu répandu.

II. — EMPLOI DU THÉODOLITE.

Le principal obstacle au développement de la méthode des hauteurs égales fut l'état de dépendance où, depuis Gauss, elle était maintenue vis-à-vis du sextant : l'imperfectibilité de l'instrument avait fini par jeter un certain discrédit sur la mé-

thode elle-même. Sans doute, le sextant — et c'est pour cela que Gauss l'avait choisi — était le seul instrument réalisant la condition essentielle pour l'application *rigoureuse* de la méthode, à savoir la constance de la hauteur apparente mesurée. Mais si, au lieu de se borner à cette unique considération pour juger si un instrument convient ou non à la méthode, on avait envisagé l'ensemble des conditions à remplir, on aurait reconnu que le *théodolite* y satisfait en moyenne à peine moins bien que le sextant, et, comme avec lui les observations sont incomparablement plus faciles qu'avec ce dernier instrument, il aurait vraisemblablement permis à la méthode de se propager. *

Quoi qu'il en soit, pour déterminer simultanément la latitude et l'heure par des observations de hauteurs égales avec le théodolite, l'instrument étant en station, on cale la lunette en hauteur et on note les heures auxquelles un certain nombre d'étoiles connues passent sous le fil horizontal du réticule de la lunette. Immédiatement après chaque observation, on détermine l'inclinaison de l'axe parallèlement au plan vertical passant par l'axe optique. Une observation complète ne demande pas plus de trois à quatre minutes. Avec une table de calages à intervalles suffisamment étroits, on peut arriver à prendre huit à dix étoiles en une heure.

i_p désignant l'inclinaison de l'axe vertical correspondant à une étoile A_p et ζ la distance zénithale instrumentale, la distance zénithale apparente observée de l'étoile est $\zeta + i_p$. Son erreur probable n'est plus nulle, comme dans le cas du sextant, mais égale à δi_p , c'est-à-dire à l'erreur probable d'une mesure d'inclinaison, laquelle dépend de la valeur des divisions du niveau principalement.

La formule (1), qui donne l'erreur probable d'une droite de hauteur, n'est plus applicable. Mais, tant que le grossissement de la lunette ne dépasse pas 20, on peut admettre que l'erreur probable est indépendante de l'azimut. On la détermine alors *a posteriori* par les observations.

Les nombreuses séries qui ont été faites dans ces dernières années à l'Observatoire du Bureau des Longitudes ont montré que les résultats obtenus en opérant ainsi, avec un instrument donné, sont beaucoup plus précis que ceux fournis par toutes les autres méthodes. On s'en rendra compte aisément si l'on veut bien se rappeler ce que nous avons dit au sujet du niveau dans le précédent article : chaque nivellement peut être affecté d'une erreur assez forte relativement à la précision des lectures; mais, de même qu'un nivellement peut être considéré comme bon s'il est la moyenne d'un grand nombre, de même ici les erreurs des lieux géométriques dues aux nivellements particuliers se compensent

en grande partie si leur nombre est assez élevé.

Voici quelques chiffres résultant d'observations faites avec un théodolite à deux verniers donnant les 10" et muni d'une lunette grossissant trente fois :

La méthode des circommériennes ne permet d'obtenir la latitude qu'à 10" près avec une seule étoile. Le grand nombre d'observations pourrait faire croire à une meilleure approximation.

La méthode de Gauss donne la latitude à moins de 7", même sans circommérienne.

En employant la méthode des hauteurs égales avec douze étoiles, on obtient la latitude à 3" ou 4" près, alors que l'écart le plus fort des lectures du niveau atteint quelquefois 30".

Ainsi, pour le théodolite comme pour le sextant, la méthode des hauteurs égales est celle qui permet de tirer de l'instrument le meilleur parti possible pour la détermination de la latitude et celle de l'heure. Si l'on ajoute à cela qu'elle dispense des lectures du limbe, toujours si ennuyeuses la nuit, surtout en plein air, qu'elle n'exige qu'une bonne lunette et un bon niveau, les cercles pouvant être quelconques, on comprendra que, malgré le travail que nécessite la préparation de la table des calages et des heures des passages, elle emporte les préférences des observateurs qui ont eu l'occasion de l'essayer.

Par rapport au sextant, le théodolite est inférieur en ce que les différences de hauteur apparente, étant mesurées avec le niveau, ne sont pas susceptibles d'une grande exactitude; mais il rachète en partie cette infériorité par la rapidité des observations, qui permet d'en augmenter sensiblement le nombre; en outre, les observations sont beaucoup plus faciles et n'exigent aucun apprentissage spécial.

III. — ASTROLABE A PRISME.

§ 1. — Nécessité de la création d'un instrument de hauteurs égales.

Les résultats obtenus par la méthode des hauteurs égales avec les deux instruments qui viennent d'être examinés, s'ils étaient remarquables comme précision relative, étaient loin toutefois d'avoir la précision absolue de ceux que fournissent les instruments méridiens. On pourrait en dire autant des déterminations de latitudes effectuées au moyen du zénith-télescope des Américains ou de la lunette méridienne avec micromètre tourné à 90° par le procédé Talcott, qui n'est qu'un cas particulier de la méthode des hauteurs égales, celui de deux étoiles observables dans le méridien. La variation d'inclinaison de l'axe réel ou fictif autour duquel tourne la lunette quand on passe de la première à la seconde observation est mesurée à l'aide du

niveau comme dans les observations au théodolite; de plus, on emploie le micromètre pour mesurer la différence des distances zénithales instrumentales des deux étoiles. Aussi, quoique le grossissement de la lunette soit beaucoup plus fort, les résultats ne sont guère plus précis que ceux que donne le sextant par la méthode de Gauss.

On s'explique maintenant pourquoi la méthode des hauteurs égales était si délaissée. Faute d'instrument spécialement approprié à la mesure des hauteurs égales et pourvu d'une lunette de grossissement comparable à ceux des lunettes des cercles méridiens, elle ne pouvait entrer en concurrence avec les méthodes d'observation méridienne pour les déterminations de latitude et d'heure dans les grandes opérations de Géodésie, et *a fortiori* pour la détermination des positions des astres. Dans le domaine de l'exploration, où elle aurait pu rendre de grands services, le sextant, pour lequel elle avait été imaginée, présentait des difficultés d'observation qui avaient suffi à la discrediter au point qu'on ne songeait que rarement à l'appliquer avec le théodolite. Il y avait là une lacune qu'il fallait combler si l'on voulait faire produire à la méthode des résultats en rapport avec ses mérites théoriques. Ce but a été atteint par la création de l'*astrolabe à prisme*.

§ 2. — Considérations ayant servi de base à la construction de l'instrument.

Avant de donner la description des différents modèles de l'astrolabe à prisme, il convient d'exposer les idées directrices qui ont conduit à sa construction.

Il était naturel de chercher à réunir dans un même instrument les avantages que présentent, au point de vue de l'emploi de la méthode, tous ceux dont il a été parlé plus haut, en évitant leurs défauts. Tout d'abord, le *mode d'observation* au sextant et à l'horizon artificiel à mercure s'imposait comme étant le seul capable de fournir des hauteurs apparentes rigoureusement égales. Il offre, en outre, deux avantages très précieux qui sont les suivants :

1° La lunette n'a pas besoin de réticule; il suffit d'amener les images à coïncider à *peu près au centre du champ* lorsque l'instrument est réglé;

2° L'angle observé est le double de la hauteur; la vitesse zénithale relative des images est double de celle d'une image simple : la précision obtenue pour la hauteur simple est la même que celle que donnerait son observation avec une *lunette à réticule de grossissement double*.

La longueur de la lunette se trouvait déjà réduite de près de moitié pour la même précision d'observation, ou inversement, avec la même lunette, on

aurait une précision double pour les étoiles à vitesse zénithale suffisamment lente, c'est-à-dire pour les circomméridiennes. Mais l'absence de réticule permettait d'aller plus loin encore dans cette voie. Dans les lunettes à réticule, le grossissement de l'oculaire est très limité : on ne peut l'augmenter sans augmenter en même temps le diamètre apparent des fils et sans diminuer dans le même rapport la précision des pointés. On est donc obligé, pour augmenter le grossissement de la lunette, d'employer des objectifs à foyers de plus en plus longs. C'est ainsi qu'on est conduit à mettre dans les instruments ces longues lunettes qui, entre autres défauts, ont celui d'être très encombrantes et peu transportables.

Il n'en est pas tout à fait de même pour les lunettes sans réticule. Quel que soit le type d'oculaire employé, son grossissement n'a alors d'autre limite que celle à partir de laquelle les images cessent de paraître fines. Or, le diamètre apparent sous lequel on voit l'image d'une étoile à travers l'oculaire dépend du diamètre de l'image réelle fournie par l'objectif et du grossissement propre de l'oculaire. On sait que le passage des rayons lumineux dans l'objectif donne naissance à des phénomènes de diffraction en vertu desquels l'image d'une étoile, au lieu de se réduire à un point, est une tache brillante estompée sur les bords et entourée d'anneaux concentriques alternativement clairs et obscurs; l'éclat des anneaux lumineux est sensiblement plus faible que celui de la tache centrale et va en diminuant progressivement. Pour une distance focale principale donnée, l'éclat de la tache centrale est inversement proportionnel à la surface libre de l'objectif; son diamètre est d'autant plus étroit et les anneaux plus resserrés que l'ouverture efficace de l'objectif est plus grande. On peut donc, en augmentant dans une certaine mesure le rapport de l'ouverture de l'objectif à sa distance focale, accroître la finesse des images réelles. D'autre part, comme il n'y a pas de réticule à rendre visible, on observe dans un champ sombre, ce qui permet d'apercevoir des étoiles d'éclat beaucoup plus faible que si le champ était éclairé. Avec les lunettes à réticule, il n'y a pas intérêt à observer des étoiles au delà d'une certaine grandeur, car elles disparaissent sous les fils et leur pointé est moins précis. Au contraire, lorsque le champ est sombre, on recherche de préférence les étoiles de faible éclat, qui donnent des images fines, plus favorables à la précision de l'observation que les images trop éclatantes. Or, cette finesse vient de ce que seule la partie la plus brillante de la tache centrale est visible : ce noyau ayant un diamètre très faible, on peut le regarder avec un oculaire d'un grossissement notablement plus fort que celui

des lunettes à réticule sans que, pour cela, il cesse de paraître fin; et son éclat n'est guère diminué, car le léger agrandissement produit par l'augmentation de grossissement est compensé en partie par l'extinction plus complète des bords estompés et des cercles de diffraction.

Ainsi, en adoptant le mode d'observation au sextant et à l'horizon artificiel, on avait la possibilité d'employer des lunettes d'un grossissement équivalent à ceux des lunettes de petits cercles méridiens et même d'instruments d'observatoires, tout en restant très portatives.

Avec d'aussi forts grossissements, on ne pouvait songer à conserver le système des miroirs du sextant comme appareil de mesure. Leur monture est très défectueuse; lorsqu'ils sont en place, ils sont toujours plus ou moins déformés, assez même quelquefois pour donner des images troubles ou allongées. Mais ce qu'on peut reprocher surtout à l'appareil de mesure du sextant, c'est de ne pas présenter des garanties suffisantes d'invariabilité quand l'alidade est fixée sur un point du limbe. On peut bien admettre, comme nous l'avons fait plus haut, que, au degré de précision que comporte le grossissement de la lunette, l'angle des miroirs reste constant tant que le sextant est tenu verticalement dans la même position. Avec des grossissements dix et vingt fois plus forts, les mouvements relatifs des miroirs, presque inévitables avec une liaison aussi précaire, ne devaient plus être considérés comme négligeables. Il était donc indispensable de remplacer les miroirs par un système de faces réfléchissantes absolument solidaires, parfaitement planes et le restant suffisamment, une fois l'appareil placé dans sa monture, pour supporter de forts grossissements.

Le prisme équiangle se présentait naturellement. On connaît la propriété suivante qui fait de ce prisme un instrument de mesure :

Deux rayons lumineux LI, L'I', qui pénètrent dans le prisme normalement aux arêtes par deux faces différentes AB, AC, et sortent parallèlement par la 3^e face BC après s'être réfléchis chacun sur la face d'entrée de l'autre, font entre eux un angle LVI' égal à 120°.

La figure 1 ci-après suppose qu'il s'agit de rayons monochromatiques. Mais la propriété subsiste évidemment avec la lumière blanche, chacune des radiations émergentes étant symétrique comme direction de celle du rayon incident par rapport à la normale à la face réfléchissante, puisque les angles A, B, C sont égaux; seulement, si le rayon incident n'est pas normal à la face de pénétration, les diverses radiations sont séparées à la sortie. Cela n'a aucun inconvénient dans le cas qui nous occupe : les faisceaux émergents, étant reçus dans

une lunette astronomique, forment quand même un foyer de l'objectif des images incolores.

L'angle $LVL' = 2h$ étant constant *quelle que soit l'incidence i* des rayons $LI, L'I'$, le prisme équiangle constitue un instrument de mesure de l'angle de 120° entre deux faisceaux de rayons lumineux parallèles normaux à ses arêtes. Pour cet angle unique de 120° , il peut donc remplacer le système des deux miroirs du sextant. L'inconvénient de ne mesurer qu'un angle est largement compensé par son invariabilité. Et le prisme offre, en outre, cet avantage que, chacune de ses faces réfléchissantes se laissant traverser par les rayons de l'autre faisceau incident, on n'est pas obligé de viser directement l'image de l'étoile dans le bain de mercure

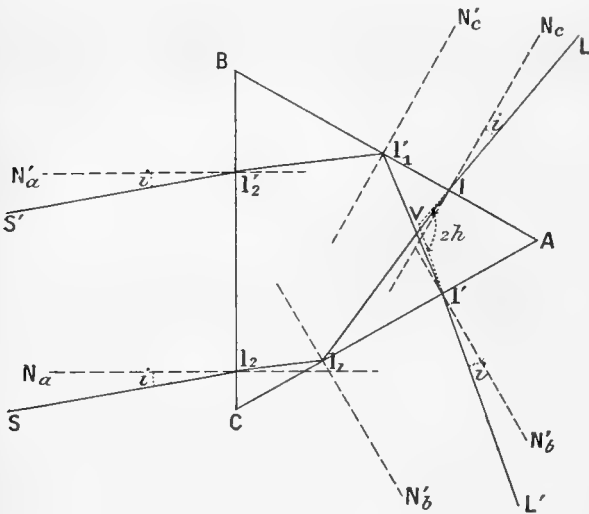


Fig. 1.

comme avec le sextant : à leur sortie du prisme, les rayons directs et les rayons réfléchis sur le bain de mercure issus d'un même astre suivent la même direction I_2S lorsque leur angle est égal à 120° , et cette direction commune d'émergence est horizontale si la face BC est verticale. La lunette peut donc être placée horizontalement, ce qui facilite grandement l'observation.

Une difficulté se présentait cependant pour l'adoption d'un semblable dispositif. Le prisme équiangle que nous venons de considérer est un prisme parfait, donc irréalisable. A défaut de prismes parfaits, seuls susceptibles de supporter un grossissement illimité, pourrait-on du moins en trouver d'assez peu défectueux pour admettre un grossissement de lunette comparable à celui des lunettes d'instruments méridiens portatifs, qui, d'après la formule (1), correspond déjà à une haute précision? Les progrès accomplis depuis quelques années dans la fabrication et le travail du verre permettaient de l'espérer. On parvient actuellement

à fabriquer des verres d'une très grande homogénéité. D'autre part, l'art de tailler des faces planes est arrivé à une extrême perfection : quand il s'agit de faces de quelques centimètres de côté seulement, on obtient leur planéité sans peine à moins d'une frange. L'égalité des angles et le parallélisme des arêtes peuvent être réalisés à $1'$ près assez facilement. Cela suffit pour avoir des images nettes avec des lunettes ne grossissant pas plus de 60 à 70 fois. Il est aisé de voir, en effet, que, dans ces limites, les dispersions résultant de ces deux dernières erreurs du prisme sont négligeables. Quant à l'angle $2h$ mesuré par un prisme dont les faces réfléchissantes ne font pas exactement un angle de 60° , il est un peu différent de 120° et, de plus, il varie avec les angles d'incidence; mais, si l'erreur de l'angle A ne dépasse pas $1'$, l'angle $2h$ peut encore être considéré comme constant, pourvu que les angles d'incidence ne dépassent pas 2° . On pouvait donc, avec des lunettes d'un grossissement au moins égal à celui des lunettes méridiennes portatives, se servir de prismes pour mesurer *un angle constant d'environ 120°* entre les rayons directs et les rayons réfléchis sur le bain de mercure, issus d'une même étoile, à la condition de placer la face d'émergence BC à peu près verticale, ce qui, on l'a vu plus haut, est la position préférable pour la commodité de l'observation.

Dès lors, il suffisait de monter un prisme de ce genre devant l'objectif d'une lunette, de telle sorte qu'un rayon lumineux, partant d'un point de l'arête A normalement à cette arête et contenu dans le plan bissecteur de l'angle dièdre A_1 , vienne passer à peu près par le centre du diaphragme situé dans le plan focal principal de l'objectif, pour constituer *l'appareil de mesure*. En effet, en plaçant cet appareil de manière que l'arête A soit normale aux rayons incidents directs et réfléchis sur le bain de mercure issus d'une même étoile, et que le plan bissecteur de l'angle A soit horizontal, les deux images viennent coïncider dans le voisinage du centre du champ lorsque l'angle des rayons incidents est égal à $2h$; réciproquement, si les images directe et réfléchie d'une même étoile coïncident à peu près au centre du champ, c'est que les rayons tels que $I_1I_2, I'_1I'_2$ réfléchis à l'intérieur du prisme sur AC et AB sont parallèles entre eux, très sensiblement normaux à l'arête A et parallèles au plan bissecteur de l'angle A , par conséquent que l'incidence des rayons tels que $LI, L'I'$ est à peu près normale, qu'ils sont assez exactement perpendiculaires à l'arête A et que leur angle est égal à $2h$.

Pour permettre de diriger facilement l'appareil de mesure dans un azimut quelconque, il n'y avait qu'à le fixer, comme la partie supérieure d'un théodolite, sur une fourrure mobile autour d'un

axe vertical porté par trois vis calantes et muni d'un cercle azimutal. Le réglage de la position de la lunette par rapport à l'axe vertical, étant effectué dans un certain azimut, se maintient lorsqu'on fait pivoter l'appareil, si l'axe est nivelé.

Mais cela ne suffisait pas pour arriver à observer aussi rapidement avec cet instrument qu'avec le théodolite. De même que, dans ce dernier, le niveau qui sert à repérer la projection du zénith instrumental sur le plan de visée par rapport à la verticale tourne avec la lunette, il fallait, dans le nouvel instrument, entraîner le bain de mercure avec

surface parfaitement horizontale et un amortissement suffisant pour qu'on puisse placer cet horizon à mercure sur un support mobile.

L'instrument ainsi conçu répondait à toutes les conditions exigées pour devenir un instrument de hauteurs égales parfait :

1° *La constance rigoureuse de la hauteur apparente observée* était assurée par l'emploi du bain de mercure et d'un appareil de mesure invariable;

2° *La haute précision des observations* était certaine, puisque l'appareil admettait un grossissement de lunette d'environ 65 et que ce chiffre

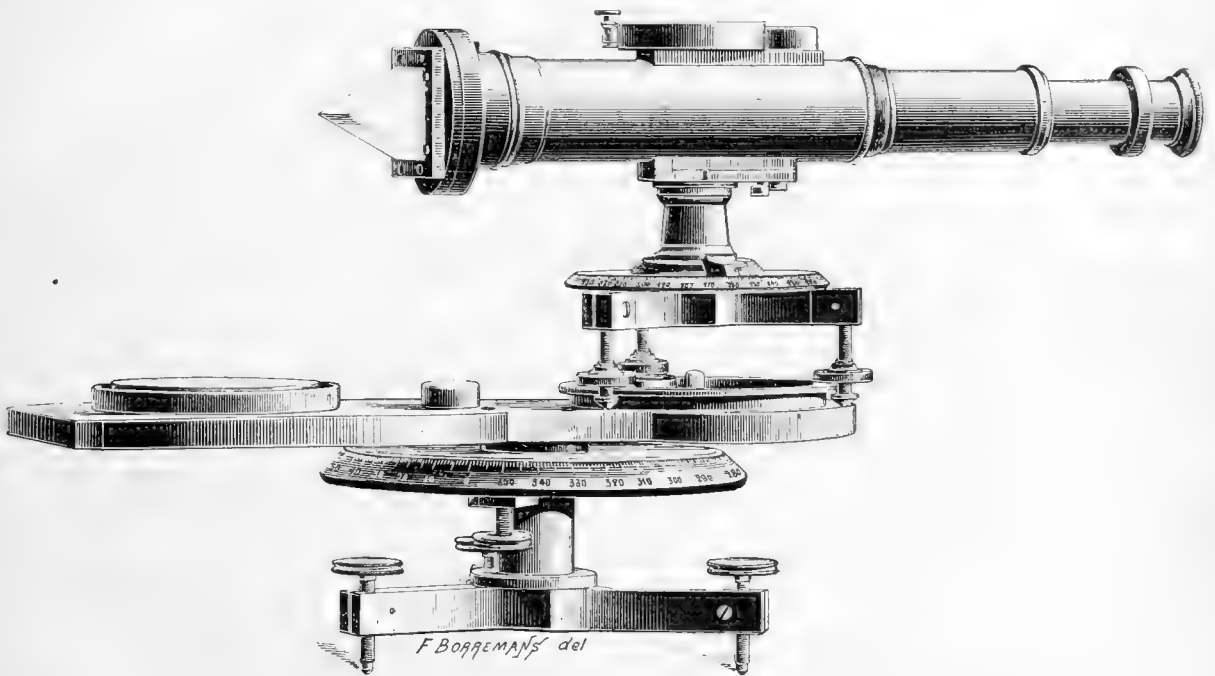


Fig. 2. — Astrolabe à prisme Claude et Driencourt pour la mesure des latitudes et la détermination de l'heure par la méthode des hauteurs égales.

l'appareil de mesure, de façon à n'avoir pas, à chaque observation, à le déplacer, à régler sa position et à le niveler. On ne pouvait songer, dans ces conditions, à faire usage du bain de mercure ordinaire, dont les oscillations sont beaucoup trop prolongées; il était nécessaire d'avoir recours au *bain de mercure amalgamé*. Dans celui-ci, le mercure, en s'amalgamant avec le cuivre rouge qui forme le fond de la cuvette, le mouille et devient en même temps légèrement pâteux. Les mouvements que causent les oscillations entraînent des frottements internes et sur le fond, qui ont pour effet d'éteindre très rapidement les oscillations. L'amortissement est d'autant plus énergique que l'épaisseur de la couche de mercure est plus faible; mais, si on la diminue trop, on a une surface qui n'est plus horizontale. Par tâtonnements, on détermine aisément l'épaisseur qui convient pour obtenir à la fois une

se trouvait doublé par suite du mode d'observation :

3° Enfin, la rapidité des observations, jointe à la possibilité de prendre des étoiles d'éclat assez faible en raison du grossissement de la lunette, de l'obscurité du champ et de la commodité d'observation, devait permettre d'obtenir un *grand nombre d'observations dans un temps très court*.

§ 3. — Description de l'instrument.

C'est à M. Vion que revient l'honneur d'avoir exécuté les premiers instruments d'après les plans et les indications qui lui ont été fournis. Le modèle qu'il construit se compose de trois parties : l'astrolabe à prisme proprement dit, le support et le bain de mercure.

a) *L'astrolabe à prisme proprement dit* comprend la lunette avec son prisme, un axe vertical

porté par trois vis calantes sur lequel elle est montée perpendiculairement, un cercle azimutal avec un index, une boussole et un niveau.

Le prisme a 55 millimètres de côté de section. Il est fixé sur une monture qui emboîte comme un manchon le bout du tube de la lunette. Une goupille, sur laquelle vient buter une vis réglable portée par le manchon lorsqu'on fait tourner celui-ci autour de l'axe de la lunette, indique la position pour laquelle l'arête du prisme est perpendiculaire à l'axe vertical. En outre, trois couples de vis, formés chacun d'une vis de serrage et d'une vis de butée, sont disposés dans la monture pour permettre de donner au prisme de petits mouvements de rotation autour d'une normale au plan bissecteur de l'angle dièdre antérieur et d'une parallèle aux arêtes.

La lunette a un objectif de 42 millimètres d'ouverture libre et d'environ 40 centimètres de distance focale. Elle n'a pas de réticule; son axe optique est défini avec une précision suffisante par le centre du diaphragme placé dans le plan focal principal et le centre optique de l'objectif. L'oculaire employé donne un grossissement de 65 et le champ est de 28'. Pour le transport, cette lunette se décompose en deux parties, qui rentrent l'une dans l'autre. La moitié côté objectif est fixée dans une gouttière portée par la douille qui emboîte l'axe vertical: un système de réglage permet de faire varier légèrement l'inclinaison de la gouttière sur la douille, afin de parfaire la perpendicularité de l'axe optique et de l'axe vertical. Un cercle azimutal, centré sur cet axe, autour duquel il peut tourner à frottement dur, porte une division en degrés sur laquelle vient affleurer le trait (index) de l'alidade. Ce cercle, qui servait primitivement de cercle de calage, n'est plus utilisé dans l'instrument complet que pour obtenir le petit angle dont on est souvent obligé, au moment d'une observation, de faire tourner la lunette par rapport à sa position normale pour amener les images à coïncider au centre du champ; il pourrait donc être remplacé par un secteur de quelques degrés.

Une boussole, avec cercle divisé en degrés pour l'orientation approximative de la lunette au début des observations, est fixée sur le tube même de la lunette, ainsi que le niveau sphérique destiné au nivellement de l'axe vertical.

b) Cet appareil est placé, avec le bain de mercure, sur un plateau horizontal mobile autour d'un axe vertical porté par trois vis calantes qui constitue le support. Les vis calantes de l'astrolabe sont placées de manière que deux d'entre elles se trouvent à gauche sur une ligne parallèle à la lunette convenablement orientée par rapport au bain de mercure, de manière qu'on puisse, en agissant sur ces

vis en sens contraire, rectifier au besoin l'horizontalité de l'axe optique, et, en manœuvrant la troisième seule au moment d'une observation, amener les deux images à passer l'une sur l'autre. Un dispositif assez simple maintient les vis en place sur le plateau, tout en les laissant libres de tourner, et empêche que l'astrolabe ne puisse être renversé. Un grand cercle azimutal, centré sur l'axe vertical du support et mobile à frottement doux autour de lui, porte une division en degrés sur laquelle vient affleurer l'index de l'alidade qu'entraîne le plateau. Une pince permet d'immobiliser le cercle lorsqu'il est orienté. Un niveau sphérique est fixé sur le plateau pour le nivellement de l'axe.

c) Le bain de mercure, de forme circulaire, est creusé dans une épaisse plaque de cuivre rouge. Le fond est une calotte sphérique dont la flèche ne dépasse guère un millimètre au centre. Les bords sont parfaitement dressés; ils forment une arête vive bien plane, à l'extérieur de laquelle se trouve une rigole destinée à recevoir le mercure en excès. Le bain repose sur le plateau du support par trois vis réglées de telle sorte que le plan des bords soit horizontal lorsque l'axe est vertical. Un abri avec chicanes intérieures et percé de deux ouvertures pour laisser passer les rayons, se fixe également sur le plateau; il protège assez bien du vent pour qu'on n'ait pas besoin de fermer les ouvertures avec des glaces comme dans l'horizon artificiel ordinaire.

Outre ces trois parties, l'instrument comprend un pied à trois branches, en tout semblable aux pieds des théodolites ordinaires, qui est destiné à recevoir le support. Leur liaison est assurée par une tige filetée à ressort qui se visse dans la masse centrale des trois bras du support.

L'instrument tout entier, dans la construction duquel il entre beaucoup d'aluminium, est renfermé dans trois boîtes: son poids ne dépasse guère celui d'un théodolite de moyenne dimension.

d) Le réglage des différentes parties n'offre aucune difficulté pour un constructeur. La seule opération qui demande à être faite avec un peu de précision est celle qui consiste à rendre l'arête antérieure du prisme normale à l'axe optique, ou plus exactement l'axe optique parallèle au plan des rayons émergents provenant des rayons incidents normaux à l'arête. On y parvient très simplement en opérant par autocollimation sur les faces réfléchissantes du prisme, comme on le fait avec la lunette méridienne sur le bain de mercure pour le pointé nadiral¹. On emploie pour cela un oculaire de Gauss d'un grossissement beaucoup plus faible que celui de l'oculaire d'observation, afin de rendre

¹ Cette idée ingénieuse nous a été suggérée par M. Favé.

l'éclairage du champ plus facile. Comme l'angle que mesure le prisme, lorsqu'on le fait pivoter devant la lunette autour d'un axe perpendiculaire au plan bissecteur de l'angle A , passe par un maximum lorsque l'arête est normale à l'axe optique, ce réglage n'exige pas une grande précision. Néanmoins, on l'effectue aussi exactement que possible : on a alors une bande de 2',5, de part et d'autre de la verticale du centre du champ, dans laquelle on peut amener les images à coïncider sans avoir à craindre d'erreur appréciable.

§ 4. — Mise en station de l'instrument.
Procédé d'observation.

L'instrument peut servir à déterminer la latitude et l'heure en tous les points où une station au théodolite est possible ; il ne réclame même pas un sol aussi stable. Sa mise en station est tout à fait analogue, sauf qu'il y a deux nivellements à faire au lieu d'un. La préparation du bain de mercure demande un peu de soin. Il est particulièrement avantageux, pour obtenir un amortissement énergique, d'avoir un *ménisque concave* ; il faut pour cela que la cuvette soit bien amalgamée et que la surface du bain reste un peu au-dessous des bords de la cuvette. Lorsque la surface est convenablement nettoyée, on met l'abri en place. On oriente la lunette par rapport au bain de manière que le prisme, vu par réflexion dans le bain, occupe le milieu de l'ouverture : c'est sa position normale. On la repère sur le cercle azimutal de l'astrolabe qu'on met à zéro. Il ne reste alors, pour achever la mise en station, qu'à orienter le cercle azimutal du support ou cercle de calage. Cette orientation s'obtient d'abord approximativement à l'aide de la boussole ; on la parfait en observant une étoile brillante dont on connaît l'azimut au moment de son passage au cercle de hauteur. Toutes ces opérations sont très rapides et ne demandent que quelques minutes.

Pour observer une étoile dont on a calculé d'avance l'azimut de passage Z , on fait tourner le plateau du support jusqu'à ce que son index marque la division Z sur le cercle de calage. L'instrument est ainsi orienté, c'est-à-dire que les deux images doivent se présenter dans le champ avant l'instant de leur conjonction si l'azimut est exact. L'observation consiste, comme avec le sextant et l'horizon artificiel, à amener les images directe et réfléchie à passer, dans la partie centrale du champ, non pas précisément l'une sur l'autre, mais l'une à côté de l'autre, juste assez près pour que les images restent distinctes, et à noter l'instant où elles se trouvent à la même hauteur. On se sert pour cela de la vis calante de l'astrolabe à prisme située à droite de l'observateur. Grâce à l'indépendance des

deux axes du support et de l'astrolabe à prisme, cette manœuvre ne provoque aucune oscillation à la surface du bain ; elle peut donc être faite jusqu'au moment de l'observation sans qu'on ait à craindre de troubler l'image réfléchie. C'est là un grand avantage, car de la distance à laquelle on fait passer les deux images l'une de l'autre dépend en grande partie la précision de l'observation. La lunette restant horizontale, l'observateur peut s'asseoir et suivre ainsi commodément la marche des images en hauteur, ce qui contribue à augmenter encore cette précision.

L'opération de calage et l'observation d'une étoile à marche rapide (étoile horaire) ne demandent pas plus d'une minute. Avec une liste de calages assez complète, on peut, en une heure, par temps clair, observer trente à quarante étoiles convenablement réparties dans les différentes directions azimutales. La vitesse d'observation est ainsi quadruple de celle qu'on peut atteindre avec le théodolite.

§ 5. — Catalogues d'étoiles.
Préparation des observations.

Lorsque le ciel est clair, l'instrument décrit ci-dessus permet d'observer facilement les étoiles de septième grandeur. Le nombre des étoiles fournies par les catalogues en deçà de cette limite entre des parallèles distants de 60° , nombre qui représente celui des étoiles observables en un point du parallèle moyen, est considérable lorsque ce point est voisin de l'équateur ; il diminue au fur et à mesure qu'on s'en écarte, mais reste encore très grand lorsque la latitude du lieu d'observation est inférieure à 60° ; au delà seulement, il commence à diminuer rapidement jusqu'à devenir nul aux pôles. Il suffit, même dans les régions polaires, pour *faire le point* sur la sphère céleste dans le temps durant lequel les variations de marche d'un bon compteur de temps peuvent être considérées comme négligeables.

Toutefois, si l'on prenait au hasard dans les étoiles observables, on s'exposerait à de longues, pénibles et souvent infructueuses recherches dans les catalogues pour trouver les positions exactes. D'autre part, si l'on ne dispose pas d'autre catalogue que celui des étoiles fondamentales de Newcomb, on peut se trouver gêné, à de certaines heures, par la pénurie d'étoiles, dans l'hémisphère sud principalement. Il était donc indispensable, pour rendre l'usage de l'instrument pratique à toutes les latitudes, d'avoir un catalogue réunissant toutes les étoiles jusqu'à la septième grandeur inclusivement, dont les mouvements propres paraissent déterminés avec assez d'exactitude. Pour l'obtenir, nous nous sommes adressés à un astronome de l'Observatoire de Paris, M. J. Bossert,

dont la grande compétence en ces matières est bien connue. M. Bossert, à qui nous sommes heureux de témoigner ici notre reconnaissance, n'a pas hésité à entreprendre cet énorme travail. Dans son *Catalogue d'étoiles brillantes* qui est sur le point de paraître¹, il a pu réunir 3.800 étoiles réparties le mieux possible dans les différentes zones. Les étoiles y sont rangées par zones de 1° de distance polaire et, dans chaque zone, par ordre d'ascension droite, en vue de faciliter la préparation des observations à l'astrolabe à prisme. Avec ce recueil, on sera désormais assuré de trouver assez d'étoiles pour faire son point très convenablement en quelque lieu de la Terre que l'on se trouve et l'on ne sera plus exposé à prendre des étoiles dont les positions sont mal déterminées.

Pour achever de rendre l'usage de l'instrument tout à fait pratique, il fallait, en outre, simplifier la préparation des observations : car le calcul des azimuts de calage et des heures de passage demande beaucoup de temps si le nombre des étoiles est un peu grand. L'emploi d'un abaque pouvait seul permettre de réduire au minimum le temps de préparation. Le très bel *Abaque du point à la mer* de MM. Favé et Rollet de l'Isle, qui représente 1/8 de la sphère dans le système de projection dit de la *carte plate*, était celui qui résolvait le mieux la question. Mais ses dimensions, nécessaires pour l'usage auquel il est destiné, et sa division en plusieurs feuilles rendaient son emploi peu commode. Sur notre proposition, le Service hydrographique de la Marine, qui avait été l'un des premiers à adopter l'astrolabe à prisme, fit graver une réduction, à une échelle et sous une forme appropriées, de la partie de cet abaque qui représente la partie de la sphère comprise entre les cercles parallèles au méridien distants de celui-ci de 30°. La courbe transformée du petit cercle de 30° de distance zénithale est tracée à part sur un transparent avec les divisions azimutales de degré en degré. En l'appliquant sur l'abaque de manière que les deux méridiens coïncident et que le centre se trouve sur le point qui correspond à la latitude approchée du lieu, on lit instantanément l'azimut et l'angle horaire de l'astre en fonction de sa distance polaire, au moment où sa hauteur atteint 60° soit à l'est, soit à l'ouest du méridien. Cet abaque réduit permet également d'identifier une étoile inconnue observée.

Dans le voisinage du méridien, la courbe du transparent coupe mal les cercles de distance polaire, en sorte que, avec cet abaque seul, on était encore obligé de calculer l'azimut de calage des étoiles observables à moins de 20° du méridien.

M. le lieutenant de vaisseau Perret, professeur à l'École navale, vient de combler cette lacune au moyen de deux nomogrammes à points alignés, le premier pour les latitudes inférieures à 60°, le second pour les latitudes plus élevées, qui donnent l'azimut avec toute la précision nécessaire jusqu'à 1° du méridien lorsqu'on connaît la latitude avec assez d'exactitude. Ces deux nomogrammes sont actuellement en publication au Service hydrographique¹.

Connaissant les angles horaires des passages d'une étoile au petit cercle de 30° de distance zénithale et son ascension droite, on en déduit les heures sidérales des passages. On n'a plus alors qu'à dresser une liste des calages et heures sidérales correspondantes rangées par ordre.

Si ces heures étaient suffisamment espacées, on n'aurait qu'à observer toutes les étoiles dans l'ordre de la liste. Mais, en général, on est obligé de faire un choix, surtout si l'on s'est servi d'un catalogue assez complet. On a vu, dans la première partie², l'importance que présente, pour la détermination rationnelle du point à adopter, la connaissance des poids des droites de hauteur. Cette connaissance n'est pas moins utile pour la préparation des observations, lorsqu'on a des étoiles en nombre surabondant, pour répartir convenablement celles à observer dans les différentes régions azimutales : de la manière dont cette répartition a été faite dépend, en effet, la plus ou moins bonne détermination du cercle tangent aux droites de hauteur approchées. En principe, ce cercle doit être également bien déterminé dans toutes les directions. Il faut, pour cela, que la densité des étoiles à observer dans une région azimutale donnée soit inversement proportionnelle au poids moyen des droites de hauteur fournies par les étoiles de cette région. Il n'est pas toujours possible de suivre cette règle, qui conduit, dans le voisinage de l'équateur et pour $G = 65$ (ch. II, § 7, 1^{re} partie), à prendre neuf fois plus d'étoiles horaires que de circommériennes ; car il faut toujours avoir des circommériennes au Nord et au Sud et l'on ne peut pas toujours intercaler assez d'horaires, dans le temps relativement court durant lequel les variations de marche d'un chronomètre sont négligeables, pour satisfaire à la condition énoncée. Mais ce qu'il importe surtout d'avoir en vue dans la préparation, c'est la bonne détermination du cercle tangent aux droites de hauteur approchées.

On peut être tenté, lorsqu'on ne cherche que la latitude par exemple, d'exagérer le nombre des

¹ Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

¹ L'abaque général de préparation avec le transparent est mis en vente au Service hydrographique sous le n° S.H. 27. Les deux nomogrammes de M. Perret y seront joints dès que la gravure en sera terminée.

² *Revue* du 30 novembre 1905.

circumméridiennes aux dépens de celui des étoiles des autres régions et de celui des horaires en particulier. Ce serait une erreur, car si l' x du centre n'est pas déterminé exactement, l' y sera faussé en général par cela même, le cercle devant être tangent aux deux droites de latitude synthétisant celles au Nord et au Sud, et ces deux droites n'étant pas généralement parallèles à l'axe des x . Inversement, si, connaissant très exactement la latitude, on se propose de déterminer l'heure, il faut se garder de supprimer les circumméridiennes, qui donneront le rayon $d \zeta_0$ du cercle tangent à peu près indépendamment des variations de marche du compteur de temps dans le cours des observations, ce qui permettra de vérifier jusqu'à un certain point si la marche a été régulière et égale à celle adoptée pour le calcul. Il nous paraît inutile d'insister plus longuement sur cette question : une simple discussion sur un exemple concret pour le tracé graphique du cercle tangent le plus probable suffit pour se rendre compte de la nécessité d'avoir recours à la méthode des hauteurs égales dans tous les cas où l'on veut obtenir le maximum de précision soit pour l'heure, soit pour la latitude, et par conséquent de faire un choix raisonné des étoiles à observer.

§ 6. — Précision des observations et des résultats.

L'expression de l'erreur probable d'une droite de hauteur, déduite de la formule empirique (18) du premier article, est encore, comme pour le sextant :

$$\delta z = \pm 15 \sqrt{(0,07 \sin \lambda \sin Z)^2 + \left(\frac{3,2}{2G}\right)^2}$$

Nous avons donné (1^{re} partie, ch. II, § 7) les valeurs $\pm 0'',37$ et $\pm 1'',11$ de cette expression à l'équateur pour $2G = 130$, qui correspondent à des étoiles observées près du méridien et du premier vertical. L'expérience montre que la précision des observations à l'astrolabe à prisme est à peu près celle qu'indique la formule. On en a la preuve très simplement en ce qui concerne les circumméridiennes en observant une de ces étoiles à ses deux passages : la différence des distances des deux droites de hauteur au point adopté, différence qui est à peu près indépendante de l'erreur de position de l'étoile, est toujours de l'ordre de $d\zeta\sqrt{2}$ lorsque les deux observations sont marquées bonnes.

Pour les horaires, la vérification est moins facile à faire, car, pour avoir un résultat indépendant de l'erreur de position, il faudrait encore observer les deux passages d'une même étoile; mais leur intervalle est toujours supérieur à la durée d'une série.

Jusqu'ici les déterminations avec l'astrolabe à prisme n'ont guère porté que sur la position du zénith à une heure donnée d'un chronomètre; non

que ce modèle ne puisse déjà servir à rectifier des positions d'étoiles, — nous avons eu maintes fois l'occasion de constater des écarts anormaux, d'allure systématique, en observant une même étoile à ses deux passages ou au même passage à des jours différents, écarts qui ne peuvent être attribués qu'à des erreurs sur les positions des étoiles, — mais parce que nous avions en vue un instrument de plus grand modèle avec un grossissement beaucoup plus fort, dont il sera question un peu plus loin.

Les observations que nous avons faites en 1901-1902 à l'Observatoire du Bureau des Longitudes au Parc de Montsouris, en nous plaçant dans les conditions mêmes où l'on se trouve en cours de campagne, c'est-à-dire avec l'astrolabe placé sur son trépied, en employant un compteur comparé avant et après à une pendule pour avoir sa marche moyenne, et en opérant par vents très variables et même par forte brise de N.-E., nous ont toujours donné pour la latitude des chiffres qui ne diffèrent pas de plus de $0'',3$, et dont la moyenne s'écarte de $0'',2$ seulement de celle qu'on obtient avec un cercle méridien portatif de Brunner à 4 microscopes par un grand nombre de soirées. Pour l'heure, il n'a pas été fait de comparaison directe avec la lunette méridienne. Cette comparaison était, du reste, superflue : l'inspection des graphiques suffit à prouver que les points adoptés ne sont guère moins bien déterminés dans le sens E.-O. que dans le sens N.-S., c'est-à-dire que l'heure est obtenue à moins de $0'',05$ ¹. L'expérience ayant montré qu'on ne pouvait guère compter sur la marche régulière du compteur pendant plus d'une heure dans les conditions où nous opérons, nos séries ne dépassent généralement pas cette durée; elles comprennent en moyenne une trentaine d'étoiles.

Dans la campagne hydrographique qu'ils ont faite en 1903-04 sur les côtes de Madagascar et à la Réunion, MM. Driencourt et Cot ont obtenu, toujours par des séries d'une heure, des résultats d'une précision tout à fait comparable, quoique, en raison de la pénurie d'étoiles bien déterminées, ils n'aient pu observer que vingt étoiles en moyenne par série².

D'autres observateurs, opérant dans différents pays, sont arrivés à la même précision. On peut donc affirmer, sans crainte d'exagération, qu'un bon observateur, en une heure, par nuit claire,

¹ Nous pourrions donner ici les erreurs probables des résultats tant pour la latitude que pour les heures; mais, à la méthode des moindres carrés, nous avons toujours préféré la construction graphique à grande échelle (2 ou 3 millimètres pour 1''), qui est beaucoup plus rapide et toujours suffisante, et, aux erreurs probables, nous substituons des chiffres plus forts qui représentent le maximum d'indécision sur la position du centre du cercle.

² Voir les *C. R. Ac. Sc.*, séance du 30 janvier 1905.

avec un choix convenable d'étoiles, détermine au moyen de l'astrolabe à prisme la latitude à moins de $0^{\circ}.5$, et l'heure à moins de $\frac{0^{\circ}.05}{\sin \lambda}$.

§ 7. — Détermination de l'heure seule.
Astrolabe petit modèle.

Lorsqu'on a besoin de déterminer l'heure fréquemment au même point et qu'on ne recherche pas une extrême précision, — c'est le cas des observatoires chronométriques par exemple, — l'astrolabe à prisme est encore l'instrument qui donne le maximum d'exactitude dans le minimum de temps.

On dresse une table des angles horaires, des azimuts et de leurs dérivées, pour les distances polaires de $10'$ en $10'$ de $\lambda - 28^{\circ}$ à $\lambda + 28^{\circ}$ par exemple, correspondant à la colatitude du point et à la distance zénithale vraie que mesure le prisme dans les conditions de réfraction moyenne. Une interpolation donne l'angle horaire de la table pour la distance polaire d'une étoile. On en déduit presque immédiatement l'abscisse du point d'intersection de la droite de hauteur avec l'axe des x et son azimut : il ne faut pas plus de deux minutes pour calculer une étoile et tracer sa droite de hauteur. Trois ou quatre étoiles à l'Est et autant à l'Ouest suffisent pour déterminer le cercle dont le centre est sur Ox , et obtenir la correction de l'état approché du compteur de temps à moins de $0^{\circ}.1$. On peut même, si l'on a soin de choisir des étoiles assez près du premier vertical, se dispenser de construire les droites de hauteur et prendre tout simplement la moyenne des états fournis par les étoiles à l'Est, puis la moyenne de ceux que donnent les étoiles à l'Ouest, et enfin la moyenne de ces deux moyennes.

Nous avons montré, dans la première partie, qu'il est inutile, pour cette détermination seule, d'avoir un fort grossissement. On peut faire usage, dans ce cas, d'un *astrolabe petit modèle*, qui est une réduction du modèle décrit plus haut. La lunette a un grossissement de ≈ 20 . L'erreur probable d'une droite de hauteur fournie par une observation faite avec cet instrument à l'équateur, dans le premier vertical, est seulement de $\pm 1^{\circ}.6$; il est donc très suffisant pour obtenir l'heure. Dans le voisinage du méridien, l'erreur probable d'une observation est relativement plus forte; elle est de $\pm 1^{\circ}.2$. On voit néanmoins que ce très petit instrument, qui tient tout entier dans une seule boîte, permet encore d'obtenir les latitudes à $1''$.

§ 8 — Instruments de M. Jobin.

Depuis quelques mois, M. Jobin a entrepris à son tour la construction de l'astrolabe à prisme. Nous n'avons pas à faire ici l'éloge de l'éminent

constructeur : tous les physiciens et les astronomes connaissent les merveilles d'optique qui sont sorties de ses ateliers. Personne, parmi eux, ne sera surpris d'apprendre que le modèle géodésique qu'il a créé réalise de nombreux perfectionnements, dont quelques-uns tout à fait essentiels. Nous ne pouvons indiquer ici que les principaux.

Occupons nous d'abord de l'instrument de mesure, du *prisme*. On a vu plus haut que, pour le grossissement de 65, on peut se contenter de prismes assez imparfaits. M. Jobin construit des prismes qu'il appelle « exacts », et qui le sont en ce sens que l'homogénéité du verre n'est pas assez parfaite pour qu'on puisse aller plus loin. Les faces sont planes à moins d'un quart de frange; quant aux angles et au parallélisme des arêtes, ils sont exacts à moins de $2''$; et ces qualités se maintiennent sur le prisme mis en place, grâce au soin avec lequel il est monté. N'étaient leurs dimensions, qui obligent à limiter l'ouverture de l'objectif et, par suite, le grossissement de la lunette, de tels prismes pourraient supporter un grossissement de beaucoup supérieur à celui qu'on emploie, et qui est d'environ 75. Mais, déjà avec ce grossissement, les images gagnent en netteté d'une façon très appréciable.

En second lieu, l'observation dans un champ sombre a un inconvénient lorsqu'on doit observer dans une région déterminée du champ, comme c'est le cas ici. Les bords se distinguent très difficilement lorsque la nuit est noire, et l'on apprécie mal le milieu du champ, ce qui peut entraîner des erreurs sur la hauteur mesurée. Pour y remédier, M. Jobin place un réticule formé, comme celui du sextant, de quatre fils en croix qui limitent la région du champ dans laquelle on doit amener les images à coïncider, et il éclaire ce réticule latéralement par une ouverture pratiquée dans la lunette, en sorte qu'il apparait brillant sur fond noir. Cet éclairage peut être réglé à volonté. Ce perfectionnement est très important; il évitera bien des petites erreurs aux personnes qui n'ont pas l'habitude d'observer dans un champ sombre.

Un perfectionnement non moins important est celui qui a été apporté dans la monture du prisme et dans le dispositif pour l'autocollimation. Avec le modèle ordinaire, si le réglage de la position du prisme par rapport à la lunette est simple pour le constructeur, il ne l'est pas pour l'observateur. Celui-ci peut bien constater avec l'oculaire de Gauss que le prisme est dérégulé; il arrive difficilement à le remettre exactement d'aplomb. En outre, comme la lunette n'a pas de réticule, il faut admettre que le réglage effectué avec l'oculaire de Gauss subsiste avec l'oculaire d'observation, autrement dit que les deux oculaires sont exactement centrés.

Dans le modèle de M. Jobin, le montage adopté est stable : le prisme, enlevé complètement et remis dans son logement, retombe à la même place. L'autocollimation se fait avec un viseur spécial en éclairant les fils du réticule de la lunette, ce qui offre toutes garanties. Le réglage s'obtient à l'aide de trois vis calantes avec ressorts placées dans la monture et peut être effectué par un observateur quelconque; on bloque ensuite le tout avec les trois vis antagonistes. De plus, le prisme et sa monture, au lieu d'être reliés à la lunette par un simple manchon emboîtant le bout du tube, sont portés par un long tube qui chausse dans toute sa longueur le tube de la lunette et assure une liaison et un centrage parfaits.

Il convient de signaler encore la substitution à l'oculaire positif très grossissant, dont la faible ouverture est fort incommode avec un champ sombre, d'un microscope avec un jeu d'oculaires de grossissements différents.

Outre ce modèle géodésique, M. Jobin a établi les plans d'un petit modèle plus réduit encore que le petit modèle ordinaire et dont la lunette aura un grossissement variant de 20 à 30.

Enfin, il vient d'exécuter un prisme de 65 millimètres de côté de section, qui supporte un grossissement de 130 et même de 150, c'est-à-dire qui permet d'avoir une vitesse relative des images égale à 260 ou 300 fois celle d'une image simple. L'erreur probable d'une observation de circommérienne très proche du méridien descend avec ces chiffres à $\pm 0''{,}18$ et $\pm 0''{,}16$. Un instrument de *grand modèle*, avec ces données comme caractéristiques, est actuellement en construction; il sera encore facilement transportable et se placera sur un pied comme le modèle décrit ci-dessus. Il pourra être employé comme instrument d'observatoire fixe ou temporaire pour la détermination des positions des astres et pour certaines autres déterminations.

IV. — CONCLUSIONS.

En résumé, on peut dire aujourd'hui qu'il existe un instrument de hauteurs égales, qui est l'astrolabe à prisme avec son support et son bain de mercure. Les résultats obtenus jusqu'ici prouvent à la fois l'excellence de la méthode et l'exacte adaptation de son instrument. Avec lui, le problème de l'Astronomie de position comporte le minimum d'inconnues à déterminer, et, jusqu'à ce que l'on ait

trouvé, pour remplacer le verre du prisme, une substance pouvant être considérée comme tout à fait invariable, aucun instrument ne peut permettre de résoudre le problème d'une façon plus simple. Avec le modèle géodésique courant, la précision des déterminations est déjà supérieure à celle de tous les instruments méridiens. Mais, alors que ceux-ci sont lourds et encombrants, qu'ils exigent toute une installation de piliers et de cabanes, qu'ils nécessitent plusieurs soirées complètes pour la détermination d'une latitude et une au moins pour l'heure, l'autre ne pèse pas plus qu'un théodolite ordinaire, il s'installe comme lui sur un pied à trois branches n'importe où en quelques minutes, et, en une heure d'observations, avec beaucoup moins de fatigue puisque l'observateur est assis et n'a qu'à lire son compteur de temps, il permet d'obtenir à la fois l'heure et la latitude, ainsi qu'un lieu géométrique de chacune des étoiles inconnues observées.

L'astrolabe à prisme s'impose donc désormais comme l'instrument indispensable pour la détermination des positions des étoiles, aussi bien que pour la détermination de la latitude et de l'heure, dans toutes les grandes opérations de géodésie et de géographie mathématique; son transport facile, son installation simple et rapide permettront de l'employer en beaucoup de points où l'on serait obligé de renoncer au cercle méridien faute de place, de temps ou d'argent. Ces mêmes qualités le recommandent aux explorateurs, qui ne pourront plus désormais invoquer la nécessité d'opérer vite et de réduire au minimum le poids et le volume de l'instrument comme excuse de l'insuffisance et du peu de précision de leurs observations, ainsi qu'il est arrivé trop souvent¹.

A. Claude,

Attaché à l'Observatoire
du Bureau des Longitudes.

L. Driencourt,

Ingénieur hydrographe en chef
de la Marine.

¹ Un ouvrage intitulé : *Description et usage de l'astrolabe à prisme* est en ce moment en publication à la librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins. Pour mémoire, signalons à la même librairie : le *Catalogue par zones des Etoiles brillantes*, de M. J. Bossert, et au Service hydrographique, 13, rue de l'Université, l'abaque général et les nomogrammes de préparation des observations à l'astrolabe à prisme.

Nous rappellerons, en outre, aux officiers et aux voyageurs, qu'il existe au Parc de Montsouris un observatoire astronomique, celui du Bureau des Longitudes, où ils peuvent venir s'exercer aux observations astronomiques avec les divers instruments, notamment avec l'astrolabe à prisme.

LES CONQUÊTES RÉCENTES DE LA BIOLOGIE DANS LE DOMAINE DU CHIMISME INTESTINAL¹

L'étude du chimisme intestinal a fait, dans ces dix dernières années, des progrès si importants qu'ils semblent reléguer dans un lointain très reculé des notions qui, il y a dix ans à peine, constituaient le fond de nos connaissances sur cet important sujet. Nulle part ne se montre mieux la fécondité des résultats qu'on peut attendre de deux sciences très voisines, et, à vrai dire, confondues : la Physiologie et la Chimie biologique, lorsque leur évolution parallèle permet d'aborder avec le concours de l'une et de l'autre des problèmes que leur effort isolé n'eût pas résolu.

Grâce aux travaux de Pawlow² et de ses collaborateurs, grâce aussi aux efforts de Starling et Bayliss en Angleterre, Délezanne, Gley, Camus en France, la Physiologie expérimentale a mis en œuvre des procédés nouveaux, et ces procédés ont permis de recueillir des données d'une précision inconnue jusqu'alors, en même temps qu'ils mettaient en évidence, d'une part, la collaboration des diverses sécrétions intestinales dans les phénomènes de la digestion et, d'autre part, la dépendance de l'activité de l'intestin par rapport aux actes psychiques.

Par ailleurs, nos connaissances sur un des aliments fondamentaux, l'albumine, s'élargissaient singulièrement sous l'impulsion de Kossel, de Kutscher, de Fischer, d'Abderhalden³ et de leurs élèves ;

¹ Conférence faite à l'École du Service de Santé militaire de Lyon, le 28 juin 1905.

M. le médecin-inspecteur VAILLARD, de l'Académie de Médecine, directeur de l'École, a organisé un système de conférences qui, à côté ou en dehors du programme officiel de l'enseignement médical, ont pour but d'initier les élèves de l'École à d'importantes questions d'actualité scientifique. C'est ainsi que, grâce à cette heureuse initiative, les sujets suivants ont été traités par divers professeurs de l'Université de Lyon pendant le cours de l'année scolaire 1904-1905, indépendamment de la leçon que nous reproduisons.

Professeur DÉPÉRET, doyen de la Faculté des Sciences : « Les rapports de la nature géologique du sol avec les sources et les nappes aquifères ».

M. RAY, maître de conférences à la Faculté des Sciences : « La cellule végétale, sa biologie ; les indications qu'elle peut fournir à la biologie animale ».

Professeur GOUY, de la Faculté des Sciences : « 1^o [Les Rayons cathodiques ; 2^o les Rayons Röntgen ; 3^o le Radium et la radioactivité », 3 conférences.

M. VANNEY, maître de conférences à la Faculté des Sciences : « Evolution de quelques Protozoaires parasites de l'homme. »

Professeur CHARLÉTY, de la Faculté des Lettres : « 1^o Le péril jaune ; 2^o Le peuple américain », 2 conférences.

² Nous citerons ici une fois pour toutes le beau livre de PAWLOW, aujourd'hui classique : *Le Travail des glandes digestives*, traduction Pachon et Sabrazès, Paris, Masson.

³ Tous ces travaux sont répartis dans divers Mémoires

elles devenaient susceptibles d'éclairer le chimisme des voies digestives. Par une heureuse fortune, de ces deux ordres de recherches, poursuivis séparément, résulte un ensemble de faits qui se coordonnent et que je me propose d'exposer ici.

I

La génération médicale qui a précédé de quelques années celle qui est encore sur les bancs aurait pu résumer comme suit le gros œuvre de ses connaissances sur le chimisme de l'intestin :

1^o Les substances amylacées, partiellement transformées en maltose par le ferment salivaire, sont saccharifiées surtout par l'amylopsine du suc pancréatique. Le maltose est ultérieurement scindé dans l'intestin en deux molécules de glucose immédiatement absorbables ;

2^o L'influence simultanée, mais assez obscure, du suc pancréatique et de la bile émulsionne et saponifie les corps gras, et assure leur passage à travers l'intestin, soit à l'état de savons alcalins, soit à l'état de fines gouttelettes de graisses ;

3^o Quant aux albumines, attaquées successivement par la pepsine chlorhydrique du suc gastrique et la trypsine du suc pancréatique, elles sont transformées en un mélange de substances protéiques assez mal déterminées, qu'on confondait sous le nom d'albumoses, de peptones, etc. ;

4^o Le rôle de la bile n'était pas encore différencié avec une netteté suffisante, et, d'ailleurs, tout n'a pas été dit sur le pouvoir digestif de cette sécrétion.

A ces idées, justes dans leur ensemble, entachées cependant de quelques erreurs et d'imprécisions assez nombreuses, se rattachaient le grand nom de Claude Bernard et le souvenir si honorable de Blondlot, de Schiff et d'autres classiques.

Il était réservé à l'École physiologique de Pétersbourg, représentée par Pawlow et ses élèves : Lintwarew, Serdjukoff, Chigin, Schepowalnikoff, de découvrir de nouveaux procédés opératoires permettant de suivre de plus près et d'étudier avec une précision plus pénétrante la digestion sur l'animal vivant.

A l'ancienne fistule gastrique, qui fournissait à Blondlot, à Cl. Bernard et, à leur suite, à tant d'autres expérimentateurs un suc impur mêlé de

salive, de mucus œsophagien et de produits alimentaires plus ou moins digérés, Pawlow substitue la fistule avec œsophagotomie. L'œsophage vient s'ouvrir sur la face latérale du cou; l'estomac, pourvu d'une fistule et séparé par une ligature des voies digestives supérieures, donne, quand l'animal mange et rejette les aliments par l'orifice cervical de l'œsophage, un suc gastrique très pur, dont la sécrétion a été provoquée par la vue ou la saveur des aliments (repas fictif).

Pawlow a encore enrichi la technique d'un autre procédé : il taille aux dépens de l'estomac un lambeau dont il fait une sorte de cul-de-sac s'ouvrant sur la paroi abdominale. Ce cul-de-sac est ménagé de telle façon qu'il ne communique pas avec la cavité gastrique proprement dite, tout en conservant ses connexions vasculo-nerveuses. On a ainsi un *petit estomac*, sorte de *miroir du grand*, puisqu'il fonctionne comme ce dernier, mais dont l'étude est extrêmement aisée, le petit estomac s'ouvrant à l'air libre.

La Physiologie expérimentale doit au savant russe des perfectionnements tout aussi remarquables touchant l'étude du suc pancréatique. On sait que l'ancien procédé de récolte de ce suc consistait à introduire, dans le canal de Wirsung mis à nu, une canule qui livrait rarement une quantité suffisante de suc. Autour de l'ampoule de Vater, Pawlow découpe un lambeau d'intestin : ce lambeau, auquel est fixé le pancréas, est greffé sur la paroi abdominale de telle sorte que le canal de Wirsung vient s'ouvrir au dehors, la glande restée intacte ayant conservé l'intégrité de son fonctionnement physiologique. A la condition de prendre certaines précautions, le pancréas fournit en assez grande abondance un suc actif. Il ne faut pas croire, cependant, que ces brillants résultats aient été réalisés du premier coup. La lecture du livre de Pawlow donne la mesure des efforts d'ingéniosité patiente qu'il a fallu développer pour atteindre le but. Le succès a tenu plus d'une fois à un accident fortuit dont le physiologiste russe a su tirer parti avec une incomparable maîtrise.

Il serait injuste, dans cet exposé, de passer sous silence les beaux travaux de Délezienne ¹ sur l'action synergique des divers liquides ou produits organiques dans le mécanisme des réactions biochimiques. Ces recherches, qui sont des modèles de précision, ont conduit l'auteur à l'élaboration d'une méthode féconde dont les résultats sont présents à l'esprit de tous. C'est grâce à sa technique que Délezienne a pu montrer la nécessité de l'intervention du suc intestinal dans certains phéno-

mènes de la digestion pancréatique. Nous y reviendrons plus loin.

Tandis que la Physiologie expérimentale ajoutait ainsi, aux ressources de sa technique, les acquisitions dont nous venons de parler, la Chimie biologique abordait à son tour, à l'aide de nouveaux procédés, l'étude méthodique de la constitution des albumines. Grâce à l'acide phospho-tungstique, qui sépare à l'état de précipités cristallins les acides diaminés de la masse plus considérable des corps monoaminés qui prennent naissance dans l'hydrolyse des matières albuminoïdes par les acides dilués et bouillants, grâce aux procédés imaginés par Fischer, Kossel et leurs élèves pour isoler les uns des autres les acides monoaminés, on a pu dédoubler la molécule protéique en dérivés plus simples, dont la plupart sont actuellement bien connus : ce sont l'arginine, guanidine de l'acide α - δ -diamino-valérique, l'histidine ou acide α -amino- β -imidazol-propionique, la lysine ou acide α - ϵ -diamino-caproïque, la tyrosine, la leucine, l'acide amino-valérique, l'alanine, la phénylalanine, le glycofolle, la proline ou acide pyrrolidine-carbonique, des acides bibasiques, tels que les acides aspartique et glutamique, etc.

Enfin, l'emploi méthodique de certains sels, utilisés autrefois comme précipitants dans des conditions moins rigoureusement définies (sulfates d'ammoniaque et de zinc), a permis à certains biochimistes de jeter quelque jour dans le groupe un peu confus des produits de la régression digestive des albumines (albumoses, peptones). Zunz et Proskauer ont fait, dans cette voie, quelques tentatives intéressantes.

Ces préliminaires étaient indispensables pour comprendre quels avantages a recueillis des dernières recherches la physiologie de la digestion, et par quelles voies se sont réalisés les progrès les plus récents.

II

On sait depuis longtemps que la vue, le simple désir d'un aliment provoquent un afflux de salive et, nous pouvons ajouter aujourd'hui, de suc gastrique. C'est ainsi que le chien œsophagotomisé, bien qu'il rejette par le cou tous les aliments ingurgités par lui, sécrète, au cours de ce repas fictif, une assez grande quantité de suc gastrique. Par contre, la sécrétion ne se produira pas si, à l'insu de l'animal et en détournant son attention, on introduit par la fistule, dans son estomac, des morceaux de viande. L'estomac, non averti, ne réagit pas. La sécrétion gastrique obéit à des excitations de divers ordres : appétit, vue d'un aliment désiré, saveur, odeur, etc., et aussi, lorsque l'animal mange, contact des aliments avec la muqueuse de

¹ Les travaux de Délezienne, cités plus loin avec quelques détails, ont été publiés, pour la plupart, au *C. R. de la Soc. de Biol.*, en 1901 et 1902.

l'estomac; certains produits (eau, extrait de viande) ont une action plus particulièrement favorable; c'est l'inverse pour d'autres, la graisse par exemple.

Tant que l'estomac ne se vide pas dans le duodénum, ni la bile, ni le suc pancréatique ne s'écoulent dans l'intestin; mais, le pylore vient-il à livrer passage au contenu stomacal, la bile et le suc pancréatique apparaissent aussitôt. C'est l'acidité du chyme qui provoque l'activité sécrétoire du pancréas, par un mécanisme que les travaux de Starling et Bayliss nous ont fait connaître, et sur lequel nous reviendrons. A leur tour, les divers segments de l'intestin entrent en action quand le bol alimentaire imprégné de suc pancréatique arrive à leur contact : la muqueuse s'injecte, le suc intestinal s'écoule. Ce rôle d'excitant qui appartient au suc pancréatique a été bien mis en évidence par Pawlow. Un segment de l'intestin isolé par une fistule de Thiry ne fournit que peu de suc intestinal, inactif ou peu s'en faut. Si l'on introduit du suc pancréatique dans le segment ainsi isolé, le suc intestinal s'écoule. Seul, le suc pancréatique est capable, semble-t-il, de faire sécréter un suc intestinal doué de pouvoir digestif¹.

Les diverses portions de l'intestin entrent donc en action les unes après les autres et les unes par les autres, le travail de l'une ayant pour conséquence d'exciter l'activité de celle qui la suit. Dans son ensemble, l'appareil digestif est donc comparable à une machine dont la mise en mouvement se propage de haut en bas comme par une série d'engrenages successifs, le travail d'un segment de l'intestin étant conditionné par le travail du segment qui le précède.

Cette corrélation dans le travail des glandes digestives se complète d'une remarquable adaptation, à la fois qualitative et quantitative, des sécrétions de l'intestin et des glandes annexes à la nature et à la masse des matériaux qu'elles ont à digérer. Ainsi, comme l'ont montré Pawlow et ses élèves, pour une même variété d'aliments, et toutes choses égales d'ailleurs, la quantité de suc gastrique est proportionnelle au poids de l'aliment. A 100 gr. de viande correspondront, par exemple, 25 centimètres cubes de suc gastrique; à 200 grammes, 46 centimètres cubes; 106 centimètres cubes pour 400 grammes, etc. Si, à la viande, on substitue un autre aliment, le volume du suc sécrété aussi bien que la composition chimique subiront de notables variations. C'est ainsi qu'avec la viande la quantité de suc est maxima; il en est de même de la chlorhydrie. Le pain provoque une sécrétion moins abondante et moins acide, mais plus riche en pep-

sine. Avec le lait, tous ces éléments diminuent à la fois : volume, acidité, pouvoir digestif. Du reste, au cours de la digestion d'un même aliment, des variations se produisent qui n'ont ni le même sens, ni la même intensité avec les divers matériaux alimentaires : le pouvoir digestif diminue rapidement avec la viande, plus lentement avec le pain; il augmente, au contraire, s'il s'agit du lait. Les courbes ne se superposent pas et, dans une certaine mesure, elles sont caractéristiques.

Le suc pancréatique présente une souplesse d'adaptation au moins égale à celle du suc gastrique : c'est ainsi que le régime carné y fait prédominer la trypsine; avec les hydrocarbonés, l'amyllopsine abonde; au régime lacté correspond une production intense de stéapsine et, à la suite d'une ingestion prolongée de lactose, Weinland² a même vu apparaître la lactase, qui, normalement, n'existe pas dans le suc pancréatique.

III

La digestion de l'albumine commence dans l'estomac; mais le chimisme gastrique n'est pas, à beaucoup près, aussi connu qu'il le paraît tout d'abord. Jusqu'à ces dernières années, on ne connaissait guère de la pepsine que son pouvoir digestif; on l'identifiait vaguement avec une matière protéique et l'on ne croyait pas que son activité chimique allât plus loin que la formation des albumoses et des peptones. On n'en est plus là aujourd'hui. Pekelharing et M^{me} Schoumow-Simanowski, mettant en œuvre des sucs purs obtenus par la méthode de Pawlow, ont pu extraire, par refroidissement vers zéro, ou par simple dilution jusqu'à une teneur en HCl de 0,2 ‰, une matière grisâtre qui, recueillie par centrifugation, apparaît formée de granulations amorphes, peu solubles dans l'eau pure, solubles dans l'eau salée ou acidulée. Cette matière a un pouvoir digestif très énergique et l'on est tenté de la considérer comme de la pepsine à peu près pure, bien qu'on ne soit pas en état de le démontrer rigoureusement. La pepsine de Pekelharing et de M^{me} Schoumow-Simanowski a la composition d'une albumine sulfurée (1,16 ‰ de soufre); elle contient aussi de petites quantités de chlore, de fer et de phosphore. La présence, dans ses produits de dédoublement, de la xanthine et d'un pentose ne laisse guère de doute sur sa nature : c'est très probablement un nucléoprotéide, comme beaucoup d'autres diastases. La pepsine agit dans un milieu où l'acide chlorhydrique est primitivement libre à la façon de l'acide

¹ SAWITSCH : Secrétion du suc intestinal. *Rousski Wratch*, t. I, p. 200, 1902 (référé in *Journ. de Physiol.*, t. IV, p. 751).

² WEINLAND : *Zeits. f. Biol.*, t. XXXVIII, p. 16 et 607, 1899, et t. XL, p. 386, 1900.

en solution aqueuse, ainsi que Frouin l'a établi avec le suc pur obtenu par la méthode de Pawlow. Mais, pendant la digestion, l'acide se combine, au moins en partie, avec les matières alimentaires et les produits digérés : le rôle de l'acide dans ces combinaisons incomplètes, et peut-être temporaires, nous échappe à peu près complètement. Des notions exactes sur ce sujet éclaireraient sans aucun doute le mécanisme de la digestion gastrique; elles seraient d'un grand secours dans l'interprétation des données analytiques fournies par l'examen chimique du contenu stomacal; elles serviraient de guide à l'étiologie, encore si confuse, des troubles fonctionnels de l'estomac.

Quel que soit le mécanisme du procès digestif, il reste à étudier la digestion elle-même, c'est-à-dire la nature des produits digérés. On croyait autrefois que l'estomac transformait les matières albuminoïdes en acide-albumines d'abord, puis en albumoses, enfin en peptones, considérées par la plupart des auteurs comme le terme ultime de la digestion gastrique. Cette manière de voir comportait, sous sa rigueur apparente, un certain nombre d'idées erronées. En réalité, les mots d'acide-albumine, albumose, peptone, désignent des stades différents de la dissection moléculaire des albumines sous l'influence de la digestion, sans doute aussi des espèces chimiques; mais ces espèces, nous ne les avons pas isolées; elles ne sont déterminées que par des caractères arbitraires, et c'est bien à tort qu'on les rangerait parmi les substances définies.

Quand on soumet, *in vitro*, à une digestion pepsique du blanc d'œuf coagulé, on voit l'albumine se dissoudre lentement dans la liqueur acide : la solution perd peu à peu quelques-unes des réactions de précipitation les plus nettes qui servent à caractériser les albumines : c'est d'abord la chaleur et l'acide azotique, puis le ferrocyanure acétique, enfin le sulfate d'ammoniaque à saturation, qui cessent de produire un trouble dans le liquide. L'albumine primitive s'est transformée en peptone, terme ultime de la digestion pepsique, aux yeux de la plupart des biochimistes, il y a quinze ou vingt ans.

En soumettant cette théorie à une vérification expérimentale un peu serrée, on a été conduit à en modifier plusieurs données fondamentales. Quand on prolonge pendant quelques semaines, à l'abri de la putréfaction, une digestion artificielle, on voit diminuer la proportion des albumoses et des peptones, c'est-à-dire des corps protéiques donnant encore la coloration violet-rouge par le sulfate de cuivre et la potasse (réaction du biuret). A leur place apparaissent des composés cristallisables ne donnant plus la réaction du biuret (*corps*

abiurétiques); ce sont des acides aminés : leucine, tyrosine, alanine, arginine, etc. La molécule albuminoïde s'est résolue en ses principes constitutifs.

La production de ces acides aminés ne résulte pas seulement d'une digestion artificielle prolongée bien au delà des limites d'une digestion normale : dans l'estomac physiologique, on trouve aussi, après deux ou trois heures de digestion, des corps abiurétiques en petites quantités.

Il ne faudrait pas croire que les divers stades de régression des albumines se succèdent régulièrement et qu'on trouve d'abord des acide-albumines, puis des albumoses et des peptones, enfin des acides aminés. Dans un estomac en digestion, comme l'ont montré Zunz, Pfaundler, Malfatti, on trouve simultanément tous les termes de la régression digestive des aliments quaternaires, formés, semble-t-il, parallèlement et non par une évolution graduelle. Ce sont les matières protéiques non coagulables par la chaleur ou l'acide azotique, non précipitables par le ferrocyanure acétique (albumoses), qui prédominent dans le mélange (68 à 90 % d'après Zunz); puis viennent l'albumine inaltérée, l'acide-albumine, divers acides aminés et de faibles proportions de peptones vraies. Ces dernières n'ont pas le rôle capital qu'on s'était plu à leur assigner; elles font défaut, dans un grand nombre de cas. Du reste, l'analyse ne reflète peut-être pas très exactement la marche du phénomène : l'absorption modifie incessamment la composition de la masse en s'exerçant inégalement sur les divers produits; il est possible que les acides aminés pénètrent dans la muqueuse plus rapidement que les albumoses, par exemple. La prédominance de ces dernières proviendrait alors de leur moindre assimilabilité; mais on pourrait aussi l'expliquer en invoquant la théorie de Kühne, récemment confirmée par Siegfried. On sait que, suivant cette théorie, les albumoses, sous l'influence de la digestion, se scindent en deux complexes moléculaires : les *hémipeptones*, transformables en corps abiurétiques par une digestion prolongée, et les *antipeptones*, qui résistent au suc gastrique, deviennent un peu plus dialysables, mais ne donnent pas d'acides aminés.

Bien que la digestion pepsique nous apparaisse aujourd'hui comme une transformation moléculaire plus profonde qu'on ne le pensait, elle n'en est pas moins un travail préliminaire que le pancréas doit compléter.

Dès que le pylore livre passage aux aliments imprégnés d'acide chlorhydrique, le pancréas entre en activité. Pawlow, qui a étudié de près le phénomène, l'attribuait à un acte réflexe provoqué par le contact de l'acide sur la muqueuse duodénale. Peu

après, Starling et Bayliss¹ découvraient le véritable mécanisme en montrant que, si l'on fait macérer la muqueuse du duodénum préalablement broyée dans de l'acide chlorhydrique à 4 % ou dans un autre acide convenablement dilué, on obtient une liqueur qui, injectée dans les veines d'un chien, provoque la sécrétion du pancréas. Le suc obtenu est peu énergétique ou absolument inactif si l'intestin est vide; pour que la sécrétion possède son activité normale, il faut que le pancréas soit sollicité en même temps par la présence de matériaux alimentaires dans l'intestin. Starling et Bayliss ont donné le nom de *sécrétine* à l'agent excitateur du pancréas; ils supposent qu'il préexiste dans la muqueuse à l'état de proferment, transformé en ferment actif par la solution acide. On peut préparer de la sécrétine avec le duodénum, le jéjunum et les premières portions de l'iléon; vers la barrière de Bauhin, la muqueuse n'en fournit plus. Une des particularités les plus inattendues dans l'histoire de la sécrétine, c'est que cet agent ne semble pas être de nature diastasique; il résiste, en effet, à l'ébullition, comme l'ont montré Starling et Bayliss², Camus et Gley³, Herzen et Radzikowski⁴.

Au cours de ces dernières années, on n'a pas été peu surpris d'apprendre que le suc pancréatique pur, obtenu par la méthode de Pawlow-Schepowalnikoff, est, d'ordinaire, dépourvu de toute action sur les substances albuminoïdes. En présence d'une petite quantité de suc intestinal, le suc pancréatique manifeste un pouvoir digestif des plus énergiques. Pawlow a expliqué ce singulier résultat en montrant que le suc pancréatique pur ne renferme pas de trypsine, mais seulement un proferment, le trypsinogène, lequel ne devient actif qu'en présence d'un nouvel agent diastasique, l'*entérokinase* ou *ferment des ferments*.

Ces faits, établis par Pawlow et ses élèves Schepowalnikoff⁵, Walther⁶, Lintwarew⁷, Sawitsch⁸, Popielski⁹, confirmés et précisés en France par

Délezanne⁴, Camus et Gley², sont aujourd'hui classiques; cependant, quelques particularités importantes de la question n'ont pas encore été élucidées. Ainsi, le suc pancréatique du chien nourri avec du pain, du lait, du beurré ou des pommes de terre ne contient pas de trypsine, mais seulement du trypsinogène; il ne devient actif qu'au contact de l'entérokinase. Si, au contraire, on ajoute de la viande à l'alimentation, le pancréas sécrète de la trypsine; avec le régime carné absolu, la sécrétion tarit presque complètement, mais la petite quantité de suc qui s'écoule ne contient que de la trypsine, sans proferment. Délezanne pense cependant, et peut-être avec raison, que le suc pancréatique absolument pur est toujours dépourvu d'activité digestive sur les albumines; les observations qui tendent à prouver le contraire proviendraient des erreurs faciles à commettre dans ces expériences délicates. En voici un bel exemple: à l'abri de toute trace de suc intestinal, le suc pancréatique pur digère la fibrine; mais cette exception apparente s'explique par ce fait que la fibrine retient toujours des globules blancs, lesquels renferment de l'entérokinase (Délezanne). Des observations de cet ordre confirment la loi, au lieu de l'infirmier, et peut-être en serait-il de même dans beaucoup d'autres cas si l'on en connaissait exactement le déterminisme.

L'entérokinase est une diastase qui se détruit à la température de + 67° et que les acides précipitent des extraits aqueux de la muqueuse duodénale. Comme la pepsine, c'est probablement une nucléo-albumine (Stassano et Billon)³; elle n'est pas spéciale à la muqueuse du duodénum; Délezanne⁴ a démontré sa présence dans les leucocytes, dans les ganglions lymphatiques et, en particulier, dans les plaques de Peyer; certaines bactéries, le venin des serpents en renferment également.

Il n'a été question jusqu'à présent que d'une seule des actions digestives du pancréas, celle qui s'exerce sur les aliments quaternaires. Comment sont influencées par l'entérokinase l'amylopsine et la stéapsine pancréatiques? Pour Pawlow, Hamburger et Heekma⁵, l'entérokinase n'aurait pas d'action constante sur les diastases pancréatiques de l'ami-

¹ STARLING et BAYLISS: The mechanism of pancreatic secret. *Journ. of Physiol.*, t. XXVIII, 1902, et *Centralblatt für Physiol.*, t. XV, t. 682.

² STARLING et BAYLISS: *loc. cit.*

³ CAMUS: *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1902, t. LIV, p. 442, 513 et 898.

CAMUS et GLEY: *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1902, t. LIV, p. 244, 434, 648, 895.

⁴ HERZEN et RADZIKOWSKI: *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1902, t. LIV, p. 507.

⁵ SCHEPOWALNIKOFF: *Maly's Jahresb.*, t. XXIV, 1899, p. 378.

⁶ WALTHER: V^e congrès internat. de physiol. Turin, 1901.

⁷ LINTWAREW: Ueber die Einfl. versch. Beding. auf den Zustand und die Quantität der Ferment in Pankreassaft. *Dissertation*, Petersburg, 1901, et *Biochem. Centralbl.*, II, 3, n^o 201.

⁸ SAWITSCH: *Rousski Wratch*, t. I, p. 200, et *Journ. de Physiol.*, 1902, t. IV, p. 121.

⁹ POPIELSKI: *Rousski Wratch*, t. I, 672; 1902, et *Journ. de Physiol.*, t. IV, p. 750.

⁴ DÉLEZANNE: *C. R. de la Soc. Biol.*, t. LIII, 1901, p. 1161 et 1164, et t. LIV, 1902, p. 281, 283, 592, 691, 693, 890, 893, etc.

² CAMUS et GLEY: *C. R. de la Soc. Biol.*, t. LIV, 1902, p. 244, 434, 648, 895.

³ STASSANO et BILLON: *C. R. de la Soc. Biol.*, t. LIV, 1902, p. 623.

⁴ DÉLEZANNE: *C. R. de la Soc. Biol.*, t. LIV, 1902, p. 281, 283, 890, 893, 896, et *C. R. Acad. Sc.*, t. CXXXV, 1902, p. 328.

⁵ HAMBURGER et HEKMA: *Journ. de Physiol.*, t. IV, 1902, p. 805, et *Kön. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam*, 1902, p. 733.

don et de la graisse. Pour Pozerski¹, au contraire, l'entérokinase activerait la saccharification des amylacés. Cette question appelle de nouvelles recherches.

Sous l'influence de la trypsine aidée de l'entérokinase, la digestion pancréatique des albumines évolue, mais avec une énergie plus grande, dans le même sens que la digestion pepsique, c'est-à-dire vers la décomposition des matières protéiques et, par l'intermédiaire des albumoses, jusqu'aux corps abiurétiques. A ce stade de son évolution, la digestion intestinale fait intervenir une nouvelle diastase, découverte par O. Cohnheim, l'érepsine. Cette diastase fait subir aux albuminoïdes, transformés en albumoses par les enzymes de l'estomac, du pancréas et de l'intestin, une transformation nouvelle qui les fait descendre d'un degré dans la voie des simplifications régressives.

On savait, par les observations déjà anciennes de Hofmeister², Shore³, Neumeister⁴, Salvioli, que les albumoses et peptones, maintenues au contact de l'intestin, ne tardent pas à disparaître, et l'on interprétait ce fait en admettant qu'à travers la paroi intestinale les albumoses reconstituaient des albumines; mais, d'une part, Embden et Knoop⁵ n'avaient pas pu saisir cette transformation en retour des peptones en albumines et, d'autre part, il résulterait de cette synthèse, si elle était réalisée effectivement, que le tube digestif ne peptonise les aliments quaternaires que pour les faire repasser à l'état d'albumine, sans qu'on aperçoive le bénéfice de ces deux réactions successives et de sens opposé. Cette manière de voir ne cadre guère avec ce que nous savons de la machine d'assez haut rendement qu'est l'organisme animal.

Otto Cohnheim⁶ a cherché dans une autre voie. En 1901, cet auteur publiait dans la *Zeitschrift für physiologische Chemie* un important travail dont voici l'expérience fondamentale : On sacrifie un animal jeune (chien ou chat) en pleine digestion et, après avoir divisé l'intestin en menus fragments, on l'agite avec du sang ou une solution salée physiologique dans laquelle on a introduit de la peptone commerciale. En même temps, on fait passer un courant très lent d'oxygène dans le mélange placé à l'étuve à 37°. Au bout de trois à quatre heures, on constate que la réaction du biuret a disparu; le liquide fournit avec l'acide phospho-tungstique un

précipité cristallin d'où l'on peut extraire des acides diaminés; on décèle également la présence de la tyrosine. En d'autres termes, la peptone s'est transformée en corps abiurétiques, en acides aminés.

Kutscher et Seemann¹, Löwi² ont confirmé ces faits. L'agent de cette transformation en composés abiurétiques des albumoses de la digestion est une diastase nouvelle, de propriétés énergiques et très différenciées, l'érepsine. Pour la préparer, on sacrifie un jeune chien en pleine digestion, on enlève l'intestin, dont on racle la muqueuse à l'aide d'un morceau de verre. Les lambeaux de muqueuse, ainsi détachés, sont broyés avec du sable fin et épuisés en présence du chloroforme ou du toluène avec un sérum artificiel, de préférence celui de Ringer (8 ‰ de NaCl, avec de petites quantités de KCl, CaCl², CO³NaH). On passe à travers un linge, exprime et filtre. Le liquide obtenu est saturé avec du sulfate d'ammoniaque; le précipité qui se forme est recueilli, mis en suspension dans l'eau et soumis à la dialyse. Il reste sur le septum du dialyseur un produit qui dédouble les albumoses et les peptones comme le ferait l'acide sulfurique bouillant, c'est-à-dire en donnant des composés cristallisables : ammoniaque, arginine, lysine, leucine, tyrosine et autres acides aminés. L'érepsine est détruite à 59° (Hamburger et Hekma).

Une des particularités les plus curieuses de cette diastase, c'est que son activité est limitée aux albumoses et aux peptones; elle n'agit pas sur les albumines véritables. Cette spécificité est telle qu'on a utilisé l'érepsine comme réactif pour distinguer les albumines des albumoses. C'est ainsi que Magnus Lévy s'en est servi pour déterminer la nature de la substance protéique urinaire connue sous la désignation erronée d'*albumose de Bence-Jones*. Cette matière n'est pas attaquée par l'érepsine, et ce caractère a suffi pour la faire ranger parmi les albumines proprement dites.

Il y a cependant deux exceptions à la règle ci-dessus : elles concernent les protamines du sperme et la caséine du lait, attaquées l'une et l'autre par l'érepsine. Il en résulte que, tandis que les aliments protéiques ordinaires sont peptonisés seulement par la pepsine et la trypsine, l'organisme dispose, dans l'intestin, d'une troisième diastase pour digérer la caséine. Ce résultat contribue à expliquer la digestibilité facile du lait.

Au point où nous l'avons conduite, la digestion des matières albuminoïdes est déjà fort avancée,

¹ POZERSKI : *C. R. de la Soc. Biol.*, t. LIV, 1902, p. 968.

² HOFMEISTER : *Zeits. f. physiol. Chemie*, 1884, t. VI, p. 51 et 69, et *Schmiedeberg's Archiv*, t. XIX, 1885, p. 1; t. XX, 1886, p. 291; t. XXII, 1887, p. 306.

³ SHORE : *Jour. of Physiol.*, t. XI, 1890, p. 528.

⁴ NEUMEISTER : *Zeitsch. f. Biol.*, t. XXVII, 1890, p. 309.

⁵ EMBDEN et KNOOP : *Beitrag z. physiol. u. pathol. Chemie*, t. III, 1902, p. 120.

⁶ COHNHEIM : *Zeits. f. physiol. Chemie*, t. XXXIII, 1901, p. 451; t. XXXV, 1902, p. 139 et 396; t. XXXVI, 1902, p. 13.

¹ KUTSCHER et SEEMANN : *Zeits. f. physiol. Chemie*, t. XXXVI, 1902, p. 13.

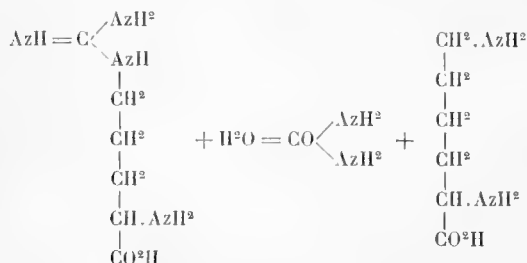
² LÖWI : *Centralbl. f. Physiol.*, t. XV, 1902, p. 590, et *Archiv. für experiment. Pathol. und Pharmak.*, t. XLVIII, 1902, p. 303.

puisque, grâce aux divers ferments, et surtout à l'érepsine, les albumoses et peptones sont transformées en corps abiurétiques; le rôle de l'intestin n'est pourtant pas terminé.

Parmi les produits de dédoublement des matériaux albuminoïdes, soit par les acides dilués *in vitro*, soit par l'action des suc digestifs, il en est un remarquablement constant, puisqu'il se forme par l'hydrolyse de tous les corps protéiques examinés jusqu'à présent: c'est l'arginine, ou guanidine de l'acide α - β -diamino-valérique:



Or, en présence de fragments d'intestin finement broyés, ce corps se dédouble par fixation d'eau en urée et acide diamino-valérique (Kossel et Dakin):



L'agent de cette réaction, auquel Kossel et Dakin ont donné le nom d'*arginase*, est une diastase qui peut être extraite par l'eau de la muqueuse intestinale hachée. On obtient une solution aqueuse, d'où le sulfate d'ammoniaque à saturation précipite l'enzyme. On purifie par dialyse, précipitation par l'alcool, bref par les procédés habituellement usités en pareil cas.

L'arginase se rencontre dans le foie, où elle paraît sans doute la transformation en acide diamino-valérique et en urée de l'arginine formée dans l'intestin par l'action de l'érepsine sur les albumoses et peptones.

La découverte de l'arginase témoigne des transformations profondes éprouvées par les aliments quaternaires dans le tube digestif. Loin de s'arrêter aux peptones, comme on l'enseignait autrefois, le dédoublement va jusqu'à la destruction complète de la molécule albuminoïde, jusqu'à la mise en liberté des acides aminés: encore, parmi ces derniers, en est-il, comme l'arginine, que l'intestin soumet à un dédoublement plus avancé pour faire apparaître deux corps plus simples, dont l'un, l'urée, est le dernier terme du métabolisme des substances azotées dans l'économie, dont l'autre contribuera, lui aussi, par voie indirecte, à la production de l'urée. Mais, sans insister sur ce dernier point, il convient de faire remarquer que, déjà pendant l'absorption intestinale, une fraction de l'azote des aliments quaternaires s'est transformée en urée.

IV

Cette désintégration moléculaire opérée par l'intestin ne s'exerce pas seulement sur les composés quaternaires: elle s'applique à toutes les classes d'aliments organiques. Ainsi, les amylicés ($\text{C}^6\text{H}^{10}\text{O}^5$), transformés en maltose $\text{C}^{12}\text{H}^{22}\text{O}^{11}$ par la salive et le suc pancréatique, donnent finalement du glucose $\text{C}^6\text{H}^{12}\text{O}^6$, corps beaucoup plus simple que l'amidon, formé, comme on sait, par la condensation de nombreuses molécules de glucose avec élimination d'eau.

Même constatation pour les graisses. L'absorption des graisses a été l'objet de longues discussions entre Pflüger¹ et son École d'une part, et, de l'autre, Munk², Hofbauer³, Exner⁴, Henriques et Hansen⁵, Löwi⁶. Pflüger a fait triompher sa théorie de la saponification complète des graisses avant leur passage à travers l'intestin. D'après Pflüger, l'intestin n'absorberait pas de corps gras, mais seulement leurs produits de décomposition, glycérine et acides, provenant de la saponification réalisée par le suc pancréatique activé par la bile. Les acides gras, mis en liberté, pénètrent dans la muqueuse soit à l'état de savons solubles, soit à l'état libre, mais, dans ce dernier cas, dissous à la faveur de la bile, dont Pflüger a montré le pouvoir dissolvant intense sur les acides gras. Ce pouvoir dissolvant de la bile serait tel qu'il ne serait jamais en défaut, même quand le régime est très riche en graisse. L'absorption des graisses ne se ferait donc pas à l'état de gouttelettes finement émulsionnées; tout est saponifié: il ne passe pas de corps gras intacts, mais seulement de la glycérine et des acides gras, libres ou salifiés, mais toujours dissous.

La désintégration moléculaire des aliments est donc un fait d'ordre général: amylicés transformés en glucose, graisses saponifiées en glycérine et acides gras, matières albuminoïdes désagrégées en leurs principaux éléments constitutifs, les acides aminés. En raison même de leur grande complexité de structure, du poids élevé de leur molécule, les aliments quaternaires illustrent bien cette démonstration. Si, par exemple, on considère le poids moléculaire des albumines, lequel n'est pas inférieur à

¹ PFLÜGER: *Pflüger's Archiv*, t. LXXX, 1900, p. 411; t. LXXXI, 1900, p. 375; t. LXXXII, 1900, p. 303 et 381; t. LXXXV, 1901, p. 1; t. LXXXVIII, 1902, p. 299 et 431; t. LXXXIX, 1902, 211; t. XC, 1902, p. 1.

² MUNK: *Centralblatt für Physiologie*, t. XIV, 1900, p. 121, 153, et 409.

³ HOFBAUER: *Pflüger's Archiv*, t. LXXXI, 1900, p. 263, et t. LXXXIV, 1901, p. 619.

⁴ EXNER: *Pflüger's Archiv*, t. LXXXIV, 1901, p. 628.

⁵ HENRIQUES et HANSEN: *Centralbl. für Physiologie*, t. XIV, 1900, p. 313.

⁶ LÖWI: *Marburg. Gessels. z. Beford. der Naturwissenschaften*, 1901.

4.000 et dépasse peut-être ce chiffre de beaucoup, on mesure l'énergie de ce procès de désintégration qu'est la digestion intestinale quand on compare ces albumines à leurs produits de digestion, les acides aminés, dont la molécule pèse trente ou quarante fois moins. Graisses et hydrocarbonés subissent des simplifications de même ordre, et, comme leurs transformations nous sont beaucoup mieux connues, nous pourrions même, en ce qui les concerne, mesurer exactement en calories, par exemple, le travail que leur régression impose aux glandes digestives.

L'intestin est un broyeur moléculaire : il ne livre à l'économie que des débris avec lesquels nos cellules reconstituent de nouveaux édifices, adaptés à leurs besoins.

Enfin, il est une autre question que nous voudrions examiner en terminant. A la lumière des faits récents, il apparaît qu'une importante fraction de l'azote alimentaire pénètre dans l'économie non pas à l'état de peptone, c'est-à-dire de corps protéique, mais à l'état de composés cristallisables, connus et classés. Nous mangeons des albumines; mais nous absorbons des acides aminés (glycocolle, leucine, arginine, lysine, tyrosine, etc.). Quelle est, normalement, la part de l'azote utilisé à l'état d'albumose ou de peptone; quelle fraction tra-

verse l'intestin à l'état d'amines plus ou moins complexes? Il est difficile de répondre à cette question. Mais, si l'on venait à démontrer que tout l'azote de l'albumine pénètre dans l'organisme à l'état de composés cristallisables, on pourrait presque se demander si l'albumine est, comme on le croit encore, un aliment indispensable. Dans des expériences difficiles à réaliser et surtout à poursuivre un certain temps, on a essayé de substituer, à l'albumine d'une ration alimentaire, une quantité équivalente d'azote sous forme de corps aminés, en appliquant la loi de l'isodynamie. Jusqu'à présent, ces tentatives n'ont pas abouti, et peut-être ne parviendra-t-on jamais à établir l'équipollence de l'azote albumineux et de l'azote abiurétique. Dans ce cas, l'albumine resterait ce que nous croyons qu'elle est : un aliment que rien ne remplace et dont l'absence ou la diminution au-dessous d'un certain minimum entraîne à bref délai la déchéance et la mort.

C'est là une donnée classique et que jusqu'à présent rien n'a pu ébranler.

D^r L. Hugouenq,

Professeur de Chimie médicale
à la Faculté de Médecine de Lyon,
Correspondant de l'Académie de Médecine.

LA RÉUNION EXTRAORDINAIRE

DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE A TURIN (SEPTEMBRE 1905)

Située dans la plaine du Pô, que limitent au nord les Alpes et au sud les Apennins, la ville de Turin est un centre tout désigné d'excursions géologiques. Aussi le Conseil de la Société géologique de France eut-il une heureuse inspiration en acceptant d'y tenir sa réunion extraordinaire de 1905, sur l'invitation de M. le Professeur Frédéric Sacco. Celui-ci, — qui devait être nommé président de la réunion, — nous conviait à l'étude des terrains tertiaires du Piémont et de la Ligurie, ainsi qu'à celle des formations quaternaires et de la zone des « Pierres vertes ¹ » de la lisière des Alpes. Huit jours devaient être consacrés à parcourir les environs de Turin, d'Asti, de Serravalles et de Gênes. Il nous a paru intéressant d'en exposer les principaux résultats en suivant l'ordre de l'âge des assises dont l'étude fut successivement abordée et qui fut à peu près celui des localités visitées. Nous nous occuperons donc successivement des formations éocènes (Eocène et

Oligocène) et néogènes (Miocène et Pliocène), pour terminer par le Quaternaire. Quant à la zone des « Pierres vertes », par suite du peu de temps dont nous pûmes disposer, nos observations furent trop incomplètes pour que nous jugions utile de les présenter ici.

Rappelons, en débutant, que la région que nous devons parcourir a fait l'objet de nombreux travaux dont les plus importants sont dus à Brocchi, Brongniart, Provena de Collegno, Pareto, de Mortillet, Gastaldi, Sismonda, Baretto, Mayer-Eymar, Parona, Portis, Issel, Rovereto, Virgilio, Sacco ¹, etc. Ce dernier savant — qui a publié plusieurs cartes relatives à notre champ d'études — fut pour nous un guide sûr et dévoué, que nous ne saurions trop remercier. Ajoutons encore que de belles séries de fossiles tertiaires, réunies par Baretto au Musée du palais Carignan, purent être consultées par les membres de la réunion, ce qui leur permit d'éta-

¹ Ce terme, créé par Gastaldi, sert à désigner la formation appelée en France *Schistes lustrés* et comprenant une série de dépôts appartenant au Trias supérieur et au Jurassique.

¹ Voir la bibliographie géologique du Piémont de MM. Parona, Sacco et Virgilio, Rome, 1894.

blir, avec les bassins tertiaires d'autres régions, des comparaisons intéressantes.

I

Les formations tertiaires de la Haute-Italie occidentale peuvent être groupées en deux zones : une zone méridionale, s'étendant le long du pied septentrional des Alpes maritimes et de l'Apennin septentrional, et une zone septentrionale, faisant face aux Alpes centrales. La première comprend les collines de Mondovi, les Langhe, le haut Montferrat et une partie des collines plus septentrionales de Tortone. Quant à la seconde, elle est constituée par les collines Turin-Valence, qui ne seraient autre chose, d'après M. Sacco, que le prolongement de la partie nord de l'Apennin septentrional¹.

Dans le voisinage de Turin, les collines forment un petit massif au milieu de la plaine piémontaise, massif dans lequel les formations miocéniques se montrent relevées sur les deux flancs d'un anticlinal, dirigé de l'Est à l'Ouest. En divers points de ce massif, la voûte est largement ouverte, laissant affleurer le substratum, caractérisé par de l'Oligocène et de l'Eocène.

Ce sont ces deux formations que les membres de la Société géologique étudièrent, le 6 septembre 1905, en visitant les environs de Lavriano et de Gassino. A la base des collines de la première de ces localités, ils observèrent des marno-calcaires, avec intercalation de bancs gréseux, disposés en couches verticales et même légèrement renversées. D'après les fossiles recueillis (*Nummulites*, *Orbitoides*, *Lithothamnium*), ces assises appartiendraient au Bartonien. Elles seraient contemporaines, d'après M. H. Douvillé, des marnes bleues de la côte des Basques, à Biarritz.

Aux marno-calcaires bartoniens succèdent — mais sans qu'il soit possible ici d'établir nettement leurs relations réciproques — des argiles bleuâtres schisteuses, parfois bariolées, délitées par les agents atmosphériques et profondément ravinées. Elles constituent la formation bien connue des *Argiles écailleuses* (*Argille scagliose*), qui présentent un remarquable développement dans l'Apennin septentrional, où elles donnent à la région un cachet spécial et où elles renferment des roches variées, particulièrement magnésiennes et verdâtres.

M. Sacco désigne ces assises sous le nom d'*Argiloschistes ophitiformes* et les considère comme crétacées. Il a développé sa manière de voir à la fin de son bel ouvrage sur le « *Bacino terziario del Piemonte* » (1889-1890), et annoncé, dans une Note récente, que « ses études l'ont amené à placer dans

le Crétacé presque toutes les serpentines dites éocéniques »¹. Il s'est appuyé sur d'intéressantes données paléontologiques qui mettent en évidence cet âge crétacé du « *Flysch ophitiforme* » de l'Apennin italien. En effet, il cite des débris de Lamellibranches (*Inoceramus Cripsii*, *I. Brongniarti*, *I. problematicus*, etc.), des Céphalopodes (*Scaphites*, *Toxoceras*, *Ancyloceras*, *Baculites*, *Turrilites*, *Dsmoceras*, *Acanthoceras*, etc.), de nombreux restes de poissons d'espèces crétacées, allant du Cénomannien au Danien, mais plus spécialement sénoniennes.

Revenons aux collines de Lavriano. La partie centrale en est constituée par ces *Argiles écailleuses*, sur lesquelles s'appuient les *Calcaires à fucoïdes* (*Calcarea alberese*), qui appartiendraient à l'Eocène inférieur et moyen.

Il convient de faire observer que cette manière de voir n'est pas universellement adoptée; pour de nombreux géologues, les Calcaires à fucoïdes sont interstratifiés avec les Argiles écailleuses, et tout ce complexe appartient à l'Eocène.

Ne serait-il pas plus rationnel d'admettre que les Argiles ne sont pas partout du même âge, et que, dans certaines régions, elles ont pu débiter dans le Crétacé, pour se continuer pendant les premiers temps tertiaires?

L'étude de la localité de Lavriano ne permet pas d'arriver à des conclusions précises. En effet, si l'on voit les Argiles écailleuses surmontées en certains points par les Calcaires à fucoïdes, il en est d'autres, par contre, où l'on aperçoit d'énormes blocs de Calcaires englobés dans les Argiles. Ces blocs, qui sont actuellement exploités pour les fours à chaux de la maison Delmastro, sont considérés, par M. Sacco, comme tombés au milieu des Argiles et non interstratifiés.

Cette difficulté d'interprétation se complique encore par la présence, à Lavriano, d'un curieux dépôt formé de masses anguleuses d'un Calcaire rosé à *Crinoïdes* et à fossiles du Lias, dépôt superposé à un conglomérat à éléments cristallins. Les fossiles recueillis ont été étudiés par M. Parona²; il y a cité de nombreuses espèces (*Avicula*, *Pecten*, *Terebratula*, *Waldheimia*, *Rhynchonella*, *Spiriferina*) appartenant au Lias moyen.

Les conditions de gisement de cette masse détritique sont difficiles à interpréter, et une explication satisfaisante ne nous en a pas été fournie. La considérer comme provenant de quelque terre ou écueil baigné par la mer éocénique, — écueil qui

¹ F. SACCO : Les formations ophitiformes du Crétacé (*Bull. Soc. belge Géologie*, t. XIX, 1905).

² F. PARONA : Fossili nel Lias medio nel conglomerato di Lavriano (Colli torinesi). *Atti. R. Acc. d. Sc. di Torino*, t. XXVI, 1890-1891.

¹ F. SACCO : La Géotectonique de la Haute-Italie occidentale (*Bull. Soc. belge de Géologie*, t. IV, 1890). *Loc. cit.*, pp. 13 et 18.

aurait été situé au lieu même où se trouve aujourd'hui la colline de Turin, — est une hypothèse difficilement acceptable. Ne serait-il pas plus simple d'en attribuer la provenance à des mouvements orogéniques, et d'y voir un lambeau de recouvrement analogue à ceux du versant nord des Alpes?

Ce problème, que nous n'avons pas la prétention de résoudre, demande donc de nouvelles recherches pour trouver les racines (?) de cette masse en situation anormale, comme aussi pour s'assurer si des gisements analogues ne s'observeraient pas en d'autres points du revers septentrional de l'Apennin.

Une autre localité intéressante, — à laquelle fut consacrée l'après-midi de la même journée, — est celle de Bussolino, près de Gassino. L'on voit succéder à des Marnes argileuses bleuâtres des Marno-Calcaires à *Nummulites complanatus* Lmk. qui, d'après M. H. Douvillé, seraient du Lutétien supérieur. Viennent ensuite d'autres couches à petites *Nummulites*, *Orbitoides* et *Lithothamnium* semblables à celles de Lavriano, puis des sables à *Terebratules* et à *Nummulites problematicus* (= *N. gassinensis* Prever). Ces deux derniers niveaux sont bartoniens, et c'est directement au-dessus que se rencontrent des conglomérats rapportés à l'Oligocène par M. Sacco.

Ces diverses assises passent les unes aux autres par transition graduelle. Des dépôts de mer profonde sont ainsi peu à peu remplacés par d'autres de caractère saumâtre ou de faible profondeur.

II

Bien connue des touristes, la colline sur laquelle est édifiée la basilique de Superga est célèbre, parmi les géologues, par les nombreux et beaux fossiles miocènes y ayant été recueillis, ainsi que par des bancs de conglomérats d'une épaisseur insolite, sur le mode de formation desquels on a beaucoup discuté. Une journée spéciale consacrée à sa visite s'imposait; elle nous permit d'observer des formations succédant comme âge à celles qui avaient été observées la veille.

En effet, le versant regardant le Pô est essentiellement formé par les divers étages du Miocène, tandis que le revers opposé montre des formations appartenant à l'Aquitaniens, au Miocène et au Pliocène.

C'est l'Aquitaniens qui forme, en ce point, l'axe de la voûte, et, d'après M. Sacco, c'est sur des conglomérats appartenant à ce niveau, mais qui pourraient être en partie burdigaliens, d'après M. Depéret¹, que se trouvent la basilique ainsi

que les premiers lacets de la route de Baldissero. Ces conglomérats — dans lesquels on voit des blocs non roulés très volumineux — consistent en une alternance de sables grossiers ferrugineux, avec des lits de gros galets en grande partie serpentineux. Ils auraient constitué un immense cône de déjections de torrents descendus des Alpes; quant aux masses non roulées, elles seraient le résidu de bancs conglomératiques détruits par l'érosion, masses qui, tombées des falaises, auraient été entraînées dans la mer, englobées dans des alluvions argileuses et sableuses¹.

Aux conglomérats succèdent des assises à éléments de plus en plus marneux, et qui passent ensuite à d'épaisses couches de marnes fissiles, à surface couverte de *Ptéropodes* et contenant, en outre, des *Foraminifères* et des *Mollusques*. Elles sont le représentant typique du faciès langhien, rappelant un peu le *Schlier* d'Autriche.

Au-dessus des marnes viennent des bancs sablo-gréseux alternant d'abord avec quelques minces lits de marnes. Cet ensemble appartient à l'Helvétien et est très fossilifère à Baldissero. Ce gisement, connu sous le nom de gisement de Superga, ou de Turin, est d'une grande richesse (*Ancilla*, *Cardita*, *Pleurotoma*, *Ranella*, *Nassa*, *Natica*, *Cassis*, *Conus*, etc.). Cette faune, dite « de Turin », doit être classée, d'après M. Depéret², à la base du deuxième étage méditerranéen d'Autriche, c'est-à-dire au niveau de l'horizon de Grund et de Saint-Gall.

Aux assises fossilifères succèdent, d'après le même savant, des marnes et grès à *Pentacrines*, et des couches à *Lucines*; puis viennent d'autres assises de marnes peu fossilifères, où M. Sacco voit les représentants du Tortonien et du Messinien.

Pour étudier fructueusement ces deux dernières formations, nous dûmes nous rendre deux jours plus tard dans la vallée de la Scrivia, où s'observent de bonnes coupes, rendues intéressantes par des gisements du Miocène supérieur, également d'une richesse exceptionnelle.

Le lit de la Scrivia est creusé à Serravalle dans des bancs compacts appartenant à l'Helvétien et inclinant vers le Nord. A leur partie supérieure, ces grès passent insensiblement à des marnes bleues très développées près de Stazzano, dans les ravins de « Bocca d'Assino », et plus à l'Est à « Vergo, S. Agata », etc. Elles renferment la faune classique qui a servi de type à l'étage tortonien. Cette faune, bien étudiée se fait remarquer, par sa richesse en *Nassa*, *Pleurotoma*, *Murex*, *Conus*, etc.

¹ Cette interprétation a été empruntée à M. Virgilio, qui a examiné toutes les hypothèses précédemment émises (F. VIRGILIO : *La colline di Torino*. Torino 1895).

² C. DEPÉRET : Classification et parallélisme du système miocène (*Bull. Soc. géol. de France*, 3^e s., t. XXI, 1893).

¹ Le jour de l'excursion, notre confrère y a trouvé un *Pecten*, du groupe du *Beudanti*; l'exemplaire n'a malheureusement pas été recueilli en place.

Ces marnes sont ensuite surmontées par des couches rapportées au Messinien (= Pontien), et consistant, à Monterosso, en un poudingue épais formé d'éléments provenant des Alpes Liguriennes occidentales et orientales. A ce niveau se rencontrent parfois des bancs gypseux.

Signalons dans la même vallée, et en amont de Serravalle, des bancs puissants de conglomérats oligocènes, qui sont en discordance très nette sur les couches plus anciennes des calcaires et des schistes à fucoides. Ces assises, que nous pûmes observer près de Ronco et de Gênes, nous ont rappelé les formations du même âge des Basses-Alpes, également riches en empreintes de *Helminthoidea* et de *Chondrites*.

C'est dans les environs de la ville d'Asti que nous devons aborder l'étude du Pliocène; c'est là que ses dépôts y sont le mieux représentés. L'étage inférieur (Plaisancien) consiste en marnes bleues, que nous observâmes à un demi-kilomètre de Revignano. Elles deviennent légèrement sableuses à leur partie supérieure, pour passer ensuite à des sables jaunes (Astien). Ces derniers sont très fossilifères à Val Andona, — localité bien connue des collecteurs de fossiles, — où chacun de nous put faire d'abondantes récoltes d'espèces admirablement conservées (*Pectenulus*, *Pauopœa*, *Murex*, *Conus*, *Turbo*, *Cassis*, *Ostrea*, etc.).

III

A la sortie des vallées alpines et à leur débouché dans les plaines, les formations quaternaires présentent leur plus remarquable développement et les grandes moraines sont généralement bien caractérisées. La vallée de Suze, au point où elle vient aboutir dans la plaine du Pô, ne manque pas à la règle, et les preuves de la station prolongée d'un immense glacier descendu des Alpes y sont d'une netteté absolue.

Les moraines frontales y forment plusieurs arcs concentriques (au moins cinq), sensiblement parallèles les uns aux autres, et constituent ce qu'on a appelé « l'amphithéâtre morainique de Rivoli ». Deux de ces arcs s'y distinguent par leur étendue et leur hauteur. Le premier est celui sur lequel est assis le bourg de Pianezza, où l'on peut voir, sur la rive gauche de la Doire Ripaire, d'épais dépôts de transport à structure chaotique (Glaciaire) passer dans le bas à la structure stratifiée (fluvio-glaciaire). Ces derniers forment le sous-sol de la plaine située à l'aval, et, désignés par M. Sacco sous le nom de « Diluvium », seraient, pour lui, d'âge antéglaciaire (?).

Une seconde moraine, séparée de la première par une dépression très accusée (*cuvette terminale*), est celle d'Alpignano, limitée elle-même par une

nouvelle cuvette et, plus à l'Est, par les formations erratiques de Casaletto. D'énormes blocs, venant des crêtes du Musiné, sont parsemés sur les divers mamelons, et deux d'entre eux, situés l'un à Pianezza (bloc d'euphotide dédié à Gastaldi) et l'autre à Casaletto (bloc de prazinite que nous nous proposons de dédier à M. Sacco), ont des dimensions véritablement extraordinaires.

Les autres cercles morainiques se dessinent mieux vers le Sud et s'aperçoivent nettement du petit monticule qui supporte les ruines du vieux château d'Avigliana. Ce monticule à surface moutonnée et striée forme comme un massif isolé au milieu de la plaine, dominant une région de lacs et de tourbières développés au Midi et présentant l'aspect particulier des paysages glaciaires.

Ce système de moraines, marquant les phases de retrait d'un glacier provenant des hauteurs du Thabor, du Mont-Cenis et du Mont-Genèvre, appartient-il à une seule glaciation ou à plusieurs? C'est un problème dont M. Sacco n'a pas cherché la solution, mais qui a été abordé récemment par M. Guiseppe Capeder¹. Cet auteur, à la suite d'intéressantes découvertes de formations interglaciaires (alluvions inter-morainiques, couche de loess, et dépôts d'altérations connus sous le nom de *ferreto*), croit pouvoir établir, pour l'appareil glaciaire de Rivoli, trois phases d'extension séparées par deux périodes interglaciaires. La seconde période aurait été caractérisée par un climat sec, et la première par les conditions favorisant la *ferretisation*, c'est-à-dire la rubéfaction des terrains argileux.

IV

Avec l'étude des formations quaternaires des environs de Rivoli, qui fut effectuée le 11 septembre 1905, se terminèrent nos courses en Italie. La séance de clôture eut lieu le même jour et permit à M. Sacco de résumer les faits observés. D'intéressantes discussions, auxquelles prirent part MM. Peron, Haug, Dolfus, Kilian, P. Lory, David-Martin, Robert Douvillé, Préver, etc., appelèrent l'attention sur les problèmes non complètement résolus.

Ne serait-il pas utile — ainsi que nous en exprimions le vœu dans cette même séance — que les géologues des deux versants des Alpes puissent se rencontrer plus fréquemment sur le terrain? Ces recherches collectives et ce groupement d'efforts seraient d'un profit certain pour le développement d'une science que cultivent aujourd'hui avec tant d'ardeur de très nombreux adeptes.

J. Révil,

Président de la Société d'Histoire naturelle de Savoie.

¹ G. CAPEDER : Sulla struttura dell'anfiteatro morenico di Rivoli, in *Rapporto alle diverse fasi glaciali*, Romo, 1904.

REVUE ANNUELLE D'ANATOMIE

I. — LE PREMIER CONGRÈS INTERNATIONAL
DES ANATOMISTES.

L'année 1905 restera pour tous les Anatomistes une heureuse date : celle de leur union définitive. Le plus modeste d'entre eux sera certain désormais de pouvoir se faire entendre de tous, de pouvoir montrer à tous ses préparations, ses dessins, en un mot, les résultats variés de ses recherches. Successivement s'étaient fondées des sociétés purement nationales (anglaise, américaine), ou internationales, mais à noyau allemand ou français dominant (*l'Anatomische Gesellschaft*, 1886; *l'Association des Anatomistes*, 1899). Mais, malgré la présence de membres communs, il manquait un lien officiel entre ces groupements. Il était bon que chacun d'entre eux conservât son individualité, afin d'avoir des réunions assez fréquentes (annuelles), ne nécessitant pas de trop grands déplacements, faciles à suivre vu l'emploi à peu près exclusif d'une seule langue, et d'un caractère plus familial. Il était bon aussi qu'une « entente cordiale » s'établît entre tous ces groupements (et d'autres s'il s'en fonde), que, de temps à autre, sans rien abdiquer de leur indépendance, ils pussent, traitant d'égal à égal, tenir des assises communes où seraient en outre invités, à titre d'hôtes, les anatomistes encore isolés. Comme solution, le lien fédératif était tout indiqué. Il a suffi que, sur l'initiative du Professeur Nicolas (de Nancy), secrétaire de l'Association française, toutes les sociétés (auxquelles s'est jointe *l'Unione zoologica italiana*, en grande partie composée d'anatomistes) s'entendissent pour réunir leur assemblée annuelle dans la même ville, et tenir en commun leurs séances scientifiques, sous la présidence successive de chacun de leurs présidents élus : ainsi est né le *Premier Congrès fédératif international des Anatomistes*. Ce ne sera pas le dernier, car les sociétés présentes se sont constituées en une *Fédération permanente*, et ont nommé chacune un délégué pour les représenter dans un Comité, qui a pour mission de provoquer, tous les cinq ans environ, la réunion d'un nouveau Congrès¹.

Pour faire réussir une entreprise de ce genre, il fallait encore trouver une Université d'accès facile et agréable pour tous, qui voulût bien nous héberger, un homme qui assumât la tâche souvent in-

grate de l'organisation locale. La ville de Genève, située en terrain neutre, et si accueillante aux étrangers de toute nationalité, était particulièrement indiquée pour nos débuts; elle l'était d'autant plus que nous y rencontrions, en la personne du Professeur Èternod, l'homme actif et dévoué qui voulut bien se charger de constituer et de présider un Comité d'organisation locale, travaillant d'accord avec les bureaux des diverses sociétés.

Grâce à toutes ces circonstances favorables, le Congrès a parfaitement réussi, et 290 membres de toutes nationalités s'étaient fait inscrire, dont le plus grand nombre ont pu venir prendre part aux travaux de l'assemblée. Les Professeurs Symington (de *l'Anatomical Society of Great Britain and Ireland*), Waldeyer (de *l'Anatomische Gesellschaft*), Renaut (de *l'Association des Anatomistes*), remplaçant M. Sabatier retenu par la maladie, Romiti (de *l'Unione zoologica italiana*), ont successivement présidé les séances, dont la première fut ouverte par un excellent discours du Professeur Èternod, président du Comité local d'organisation. (Les Américains avaient malheureusement été retenus au dernier moment.) 73 communications étaient annoncées, et c'est seulement grâce à un certain nombre d'absences que le programme a pu être épuisé dans les quatre journées mises à la disposition des congressistes (6 au 10 août). Suivant une tradition déjà suivie dans plusieurs des Sociétés, les après-midi ont été réservées pour les démonstrations de préparations microscopiques et macroscopiques, plus nombreuses même que les communications. Ce sont, à notre avis, ces leçons de choses et les discussions sur pièces qui font le grand intérêt de pareilles réunions¹.

Ces congrès permettent encore la discussion d'un certain nombre de questions d'intérêt général; dès le premier, deux ont été posées sous forme de vœux présentés, l'un par le Professeur Prenant (de Nancy), l'autre par le Dr Chainé (de Bordeaux). Le premier regrette de voir la bibliographie devenir chaque jour plus difficile à faire, s'encombrer de non-valeurs, de répétitions; il voudrait voir les périodiques se spécialiser au lieu d'accueillir chacun des travaux intéressant toutes les branches de l'Anatomie, un classement succéder à la confusion actuelle, etc. Le second demande, comme l'avait

¹ L'Association des Anatomistes, reprenant sa liberté pour l'an prochain, tiendra son assemblée à Bordeaux, du 8 au 11 avril 1906, sous la présidence du Professeur Viault; vice-présidents : les Professeurs Jolyet, Kunstler, De Nabias.

¹ Une exposition d'instruments, faite par les principaux constructeurs de microscopes, microtomes, étuves et autres instruments de laboratoire, complétait heureusement les démonstrations, malgré l'absence regrettable de plusieurs fabricants.

déjà fait le Professeur Lesbre à l'Association des Anatomistes (Lyon, 1901), l'unification de la nomenclature anatomique, et particulièrement de la nomenclature musculaire dans la série des Vertébrés. Ce sont là des questions qu'il fallait assurément poser, mais auxquelles une réponse n'est pas facile, et ne peut se donner d'emblée. Le Congrès, ou les Sociétés constituantes dans leurs réunions d'affaires, n'ont guère pu que nommer des Commissions pour les étudier.

L'Université de Genève avait, en outre, profité de la circonstance pour inaugurer solennellement le buste de l'un des siens, si malheureusement disparu en mer au cours d'une expédition scientifique, en pleine maturité de son talent, le regretté Hermann Fol. D'excellents discours ont été prononcés à ce sujet, notamment par les Professeurs Éternod (de Genève), Waldeyer (de Berlin), Henneguy (de Paris). Tout en rappelant les travaux du grand biologiste qui fit faire un pas si important à la question de la fécondation, les orateurs n'ont pas manqué de nous montrer que la Suisse, l'Allemagne, la France pouvaient chacune s'honorer d'avoir contribué à sa formation scientifique, et qu'il avait conservé l'amour de ces trois pays. C'était certes une heureuse idée que d'avoir associé à cet hommage posthume le premier Congrès international des Anatomistes, en le plaçant en quelque sorte sous le patronage d'un homme aussi capable de comprendre et d'estimer des collègues venus de tous les points de l'Europe.

Nous ne terminerons pas sans dire quel accueil merveilleux les Anatomistes ont reçu à Genève. Leurs collègues, l'Université, les Pouvoirs publics se sont disputé le plaisir de leur offrir une hospitalité aussi cordiale que somptueuse. Un soir, c'était M^{me} Hermann Fol qui les recevait à Chougnny, dans sa magnifique propriété; un autre soir, c'était le Professeur Éternod qui louait, pour faire le tour du petit lac, un des grands bateaux à vapeur de la Compagnie, sur lequel le Professeur Bugnion (de Lausanne) leur faisait servir une collation; un autre soir, c'était un grand dîner offert par l'État et la Ville de Genève, etc. Pour les deux premières fêtes, qui se passaient en plein air, le soleil s'était mis de la partie, et la sereine splendeur du décor semblait ajouter encore à la cordialité des hommes pour prêcher aux Anatomistes une affectueuse estime et une union durable dans leur commun labeur. Comme le faisait remarquer l'un d'eux, les réunions de ce genre ont non seulement l'avantage d'éviter souvent, par l'examen des préparations originales, des polémiques longues et oiseuses, mais elles ont déjà enlevé bien de l'aigreur à d'autres polémiques fatales, en cimentant des amitiés, en émuant des inimitiés naissantes,

qui tombent à la vue d'une figure sympathique et d'une main loyalement tendue.

Il nous est impossible d'entrer dans le détail des communications, dont aucune ne manqua d'intérêt, mais qui embrassent des sujets trop divers et qui, d'ailleurs, ne sont pas encore publiées. Nous en retrouverons un certain nombre cette année et la suivante dans les différents chapitres de notre revue. Nous voudrions seulement ici citer au passage quelques-unes des démonstrations qui ont particulièrement attiré notre attention.

Le Professeur Corning (de Bâle) présente de magnifiques coupes macroscopiques et topographiques de différents organes chez des sujets adultes ou jeunes : articulation du coude (coupe longitudinale), main (coupe transversale totale), doigt (coupe longitudinale), mamelle, etc... Ces coupes, faites à la celloïdine, colorées électivement, montées au baume du Canada entre deux lames de verre, sont bien supérieures aux coupes ordinaires d'organes congelés, peuvent être facilement projetées, et même, grâce à leur minceur relative (un à deux dixièmes de millimètre), être examinées au microscope. Ce sont de très précieux matériaux de travail. — Le Professeur Kohn (de Prague) montre des préparations macroscopiques de la chaîne de ses « paranglions » ou « organes chromaffines » chez l'enfant. Ces organes, grâce à leur affinité pour les sels de chrome, ressortent seuls colorés en brun sur les tissus clairs et transparents. — Le D^r von Korf (de Kiel) présente une série de coupes qui montrent bien le mécanisme de la formation de l'ivoire. Entre les odontoblastes, on trouve, venant de la pulpe, des fibres collagènes ascendantes assez grosses. Au-dessus de la couche des odontoblastes, elles s'épanouissent en pinceaux de fines fibrilles serrées, d'abord divergentes, puis sensiblement parallèles et formant bientôt une couche continue : ce sont les fibrilles de la substance fondamentale de l'ivoire. C'est plus haut seulement qu'on les perd de vue dans une masse uniformément colorée, là où cette substance se calcifie. — Les D^{rs} Berry et Lack ont réuni une intéressante série de préparations montrant toute l'évolution de l'appendice cæcal. Chez le fœtus, la muqueuse est peu épaisse, déjà un peu infiltrée de leucocytes, mais sans follicules clos. Ceux-ci apparaissent chez l'enfant avant la sixième semaine, dans la région profonde de la muqueuse, encore mal limitée de la sous-muqueuse. C'est entre eux et le fond des glandes de Lieberkühn qu'apparaît ensuite la *muscularis mucosæ* : elle les rejette dans la sous-muqueuse (dixième semaine). Ils augmentent considérablement pendant la période de croissance, et leur grand développement suffit à caractériser l'appendice. Au delà de la vingtième année, ils ont ten-

dance à s'aplatir; ils vont alors peu à peu en diminuant, bientôt presque jusqu'à disparaître, en même temps que la muqueuse subit une transformation plus ou moins atrophique. — Le Professeur Prenant (de Nancy) montre, dans les cellules muqueuses de l'estomac du Triton, un curieux mode de formation du mucus, par différenciation d'une sorte de série de plateaux muqueux superposés. — Le Professeur Éternod (de Genève) expose des préparations d'un très jeune œuf humain, où il a vu, comme dans l'œuf de Peters, le trophoderme, organe de nutrition épithélial, très nettement envahi par le sang maternel, mais sur toute sa surface, et non pas seulement à l'extrémité des villosités; le travail qui se fait à l'extrémité des villosités n'est qu'un vestige du processus primitif. Le sac vitellin contenait un véritable vitellus, liquide il est vrai, couleur saumon, qu'il a vu changer de couleur et se troubler peu à peu. C'est cette liquéfaction du vitellus qui a modifié les conditions de la gastrulation. — Le Professeur Cristiani (de Genève) et M^{me} Cristiani, sa collaboratrice, font voir les résultats de leurs greffes thyroïdiennes sur le rat blanc. Ces greffes sont placées dans le pavillon de l'oreille, afin qu'on puisse constater leur croissance à l'œil nu par transparence; cette croissance est d'autant plus rapide qu'on a résectionné au sujet un plus gros fragment de sa propre thyroïde. Si celle-ci est laissée intacte, le fragment s'atrophie; sinon, il conserve sa structure pendant des mois et des années. Le rôle vicariant est manifeste. Une série de coupes à différents stades permet de suivre l'évolution du tissu thyroïdien. Tout le monde connaît déjà l'importance des résultats obtenus par ces auteurs. — Le D^r Hill (de Sydney, Australie) montre de très belles microphotographies des premiers stades de la segmentation chez le *Dasyurus viverrinus*, et des modèles de divers stades de développement de l'Ornithorhynque. — Le Professeur H. Hoyer (de Cracovie) a suivi le développement du système lymphatique chez le têtard de grenouille. Le processus est assez analogue à celui qui a été décrit par F. Sabin chez le porc. La formation des sacs lymphatiques sous-cutanés est particulièrement intéressante. Dans la tête, par exemple, à la face ventrale, on voit arriver de chaque côté un vaisseau latéral bifurqué en Y, et terminé par deux culs-de-sac. Ce sont ces vaisseaux qui, en se dilatant simplement, de façon à venir bientôt se toucher et s'étaler sur presque toute la surface inférieure de la tête, y constituent les deux sacs lymphatiques sous-cutanés. Si la confluence peut jouer un rôle dans la formation des sacs, c'est la dilatation qui est le principal facteur. — Le Professeur Renaut montre ses cellules *rhagiocrines* du tissu conjonctif, c'est-à-

dire ces éléments qui, à une période de leur existence tout au moins, élaborent de véritables « grains de ségrégation », colorables à l'état vivant par le rouge neutre. — Le Professeur Van der Stricht expose une série très complète des stades de la différenciation du vitellus, dans l'ovule des chauves-souris, aux dépens des formations mitochondriales.

Mais nous ne pouvons tout citer. Rappelons seulement encore la présentation de modèles du développement de l'oreille moyenne, par le Professeur Hammar (d'Upsala); de modèles de l'urètre et des glandes de Cowper, par le D^r Lichtenberger (de Heidelberg); de modèles d'embryon de Prosimiens, par le Professeur Keibel (de Fribourg); — les démonstrations du Professeur Fusari (de Turin), sur les villosités intestinales; du D^r Benda (de Berlin), sur la spermatogénèse; du Professeur Marceau (de Besançon), sur la fibre cardiaque; du Professeur Bryce (de Glasgow), sur le développement du Lepidosiren; des D^{rs} Bonnamour (de Lyon), et Mulon (de Paris), sur les variations de structure des surrénales, etc. Nous laissons de côté, provisoirement, celles de MM. Meves, Regaud, etc., dont nous aurons à parler dans les chapitres suivants.

Nous ne pouvons pourtant passer sous silence une question à l'ordre du jour. C'est celle des neurofibrilles. Le Professeur Ramon y Cajal (de Madrid) en montra de fort belles par ses méthodes. D'autre part, le D^r Donaggio (de Naples) croit pouvoir, par une méthode personnelle toute différente (thionine-pyridine), mettre en évidence un réticulum fibrillaire beaucoup plus fin encore et dans toute l'étendue des cellules de la moelle épinière (chien), où beaucoup d'auteurs l'avaient nié. Ses préparations sont fort belles, mais n'excluent pas absolument l'idée d'un artefact, d'un réticulum de coagulation. Une vive controverse s'est élevée à ce sujet entre les deux chercheurs, et la question demande à être reprise.

Ce que nous appelons, l'an dernier, la bataille du neurone a donc continué, non seulement sur ce point de structure, mais sur la question de l'individualité même du neurone, sans que la position des adversaires parût changer bien sensiblement. Contre le neurone, il y avait une communication du Professeur O. Schulze (de Wurzburg), qui n'a pu être faite, une du Professeur Kohn (de Prague), sur le système nerveux périphérique, une du Professeur Barfurth (de Rostock), sur la régénération périphérique des nerfs. Les faits et arguments à l'appui sont du même ordre que ceux dont nous avons parlé, l'an dernier, à cette place. Pour les deux auteurs, la fibre nerveuse est formée par une chaîne de cellules de Schwann, d'origine ectoder-

mique. Mais les partisans du neurone, Lenhossek en tête, proposent des interprétations différentes, et la question est loin d'être vidée.

Une autre discussion assez vive s'est engagée entre les Professeurs Bardeleben et Gaupp sur la constitution du maxillaire inférieur, l'un tenant pour l'homologie, l'autre pour la non-homologie de cette pièce squelettique dans toute la série des Vertébrés.

II. — UN NOUVEAU PÉRIODIQUE ANATOMIQUE.

Un nouveau périodique anatomique vient de s'ajouter au nombre toujours croissant des Revues, des Archives et des Journaux. Mais celui-ci a un but spécial, et, loin de compliquer le travail bibliographique, il est destiné à l'aider. C'est la *Revue générale d'Histologie*, publiée à Lyon (Storek, éditeur), sous la direction des Professeurs J. Renaut et Cl. Regaud.

Comme le disent ceux-ci dans leur Préface, le nombre des travaux publiés est devenu si considérable, leurs résultats sont parfois si contradictoires « que même un histologiste de profession, sous peine de se borner à n'être plus qu'un simple érudit de sa science, doit se résigner à restreindre sa documentation parfaite à l'objet particulier de ses propres études ». Et toute documentation qui n'est pas parfaite et sévèrement critique expose à de graves erreurs. A plus forte raison pourra-t-elle entraîner dans une fausse voie le physiologiste, l'anatomo-pathologiste, le médecin qui cherchent à en tirer des applications. Les Traités d'Histologie, sans cesse remaniés, jamais au courant, sauf au moment de leur apparition, ne peuvent plus être suffisamment documentaires sans atteindre des dimensions colossales. Ce qu'il faut aux chercheurs, aux professeurs chargés d'un enseignement, c'est une succession de revues générales, faites par des spécialistes, sur chacune des questions en voie de transformation qui ont atteint un certain degré de maturité, c'est une collection de monographies, sans cesse remises au point, et dont l'ensemble formera une sorte de vaste *Traité*, indéfiniment remanié par de nouveaux apports, indéfiniment extensible, comme le domaine de la science dont il s'occupera. C'est à ces besoins qu'essaie de répondre le nouveau périodique dès ses premiers fascicules, et, si les Directeurs peuvent continuer à lui assurer des collaborateurs consciencieux et compétents, il est permis d'espérer qu'il rendra de grands services¹.

¹ Nous aurons à reparler plus loin des premiers fascicules.

III. — CELLULE ET TISSUS.

LES GLOBULES ROUGES DU SANG : LEUR FORME ET LEUR STRUCTURE.

1. *Forme.* — D'après tous les classiques, les globules rouges (ou hématies, érythrocytes) du sang de l'homme et de la plupart des Mammifères sont considérés comme des disques assez minces, légèrement excavés sur leurs deux faces, et à bords arrondis, tendant à s'empiler à la façon de pièces de monnaie.

Voici pourtant que cette description quasi séculaire est vivement attaquée de différents côtés.

C'est d'abord Triollo⁴, qui trouve les hématies pour la plupart sphériques, roulant dans la préparation comme des ballons de caoutchouc; les autres sont en grains de café accolés deux à deux, ou encore polyédriques par pression réciproque à la façon des cellules hépatiques, jamais disposées en piles de monnaie. Et pourtant, l'auteur s'entoure de précautions. Pour éviter l'action de l'air et surtout de la vapeur d'eau, que l'on sait être nuisible aux hématies, il pique le doigt à travers une goutte de vaseline, préalablement déposée sur la peau. N'est-ce pas cet excès de précautions qui lui a été nuisible? Quoi qu'il en soit, Jolly², dont les travaux sur le sang sont déjà bien connus, est venu répondre à l'auteur italien qu'il avait refait ses expériences sans arriver aux mêmes résultats. On trouve, il est vrai, des globules sphériques, mais manifestement en voie d'altération; la plupart restent discoïdes et susceptibles de s'empiler. Les changements de forme sont faciles, fréquents: le retour au disque est la règle. D'ailleurs, dans le sang circulant, comme la grande majorité des auteurs, il retrouve la forme classique typique.

Mais voici qu'un autre chercheur, Weidenreich³, s'inscrit aussi contre les données admises: pour lui, les hématies des Mammifères sont excavées en *forme en cloche*. Leeuwenhœck, dès 1719, a donné une description un peu analogue, et Weidenreich a pris lui-même comme point de départ une première observation de son maître, le Professeur Schwalbe, sur le hérisson. Un auteur américain, F. J. Lewis⁴, est en outre venu depuis confirmer sa description; mais, jusqu'à présent, elle a été accueillie avec un certain scepticisme. Dans ses

⁴ TRIOLLO: Nouvelles recherches expérimentales sur la morphologie des éléments figurés du sang. *C. R. Soc. de Biologie*, 22 et 29 octobre 1904.

² JOLLY: *C. R. de la Soc. de Biologie*, 5 novembre 1904.

³ WEIDENREICH: Studien über das Blut... I. Form und Bau der roten Blutkörperchen. *Archiv für mik. Anat.*, t. LXI, 1902. — Die roten Blutkörperchen. *Ergebnisse der Anatomie*, t. XIII, 1903. — Ueber die Form der Säugetiererythrocyten... *Folia haematologica*, t. II, 1905.

⁴ F. J. LEWIS: The shape of mammalian red blood corpuscles. *Journal of Medical Research*, vol. X, 1904.

travaux récents, Albrecht ¹ croit qu'il s'agit d'une déformation causée par la chaleur; M. Heidenhain ² ne l'admet pas.

Pourtant, Weidenreich s'occupe du sang depuis plusieurs années déjà, et a fait de nombreuses expériences avec une bonne technique. Sa description mérite donc d'arrêter l'attention. Tantôt il recueille le sang directement et rapidement (par piqûre du doigt), pour l'examiner sans addition dans la chambre humide, sur une platine chauffante; tantôt il le dilue dans le sérum du même animal, obtenu par défibrination et centrifugation. Dans ce dernier milieu, la forme se maintient pendant des heures si la préparation est soigneusement lutée, et quelles que soient les variations de température; les formes biconcaves n'y apparaissent que tardivement et secondairement. Enfin, fait plus important encore, il retrouve le même aspect dans le sang circulant sur le vivant (capillaires du mésentère du lapin ou de l'aile de la chauve-souris en état d'hibernation), et Lewis fait, de son côté, la même observation sur le cobaye.

Weidenreich se heurte pourtant à une difficulté. Dans la solution de sel marin à 0,85 ‰, que l'on considère comme isotonique au sérum sanguin, les hématies prennent la forme discoïde; il faut une solution à 0,6 ‰ pour trouver les cloches. L'auteur allemand en avait d'abord conclu que c'est cette seconde solution qui est isotonique, mais les résultats de la cryoscopie sont trop nettement en faveur de la solution à 0,85 ‰ pour qu'il ait pu conserver cette opinion. Se basant sur certaines observations de M. Heidenhain sur les phénomènes de tension superficielle, il a été amené à penser que la différence d'activité entre le sérum sanguin et la véritable solution salée isotonique tenait à la richesse en colloïdes du milieu; et, de fait, en ajoutant un peu de gélatine à cette solution, il a obtenu les mêmes résultats que dans le sérum, c'est-à-dire « la persistance de la forme en cloche ». La forme des globules dépendrait donc, d'après lui, non seulement de la pression osmotique, mais aussi de la force moléculaire du milieu, c'est-à-dire de sa teneur en substances colloïdes. Enfin, l'élasticité et la plasticité de la membrane des hématies entreraient également en jeu, cette membrane résistant davantage à l'extension dans le sel que dans le sérum, probablement parce qu'elle y perd de son élasticité par gonflement.

Ces observations sont intéressantes, et, en somme, ne nous écartent pas énormément de la théorie classique. Ce qui leur a nuï, c'est cette expression de *forme en cloche* qui fait image, mais

qui est évidemment exagérée. Si l'on suit de près la description de l'auteur, avec ses figures sous les yeux, on voit que, dans le sérum, et dans le sang examiné sans liquide additionnel, ce ne sont pas à proprement parler des cloches profondément excavées qu'il aurait eu le plus souvent sous les yeux, mais des disques un peu déformés, à centre légèrement refoulé, de façon à être concavo-convexes et non symétriquement biconvexes comme on les a figurés jusqu'ici. Il y aura donc lieu de multiplier les observations sur le vivant, pour vérifier si cet aspect, qu'on décrivait jusqu'ici comme une déformation, représente la forme d'équilibre physiologique. L'observation de l'aile des chauves-souris nous paraît pour cela un objet de choix, à condition qu'on fasse varier les conditions de l'expérience, parce que c'est là qu'on risque le moins de se placer dans des conditions anormales; or, on sait quelle est l'extrême plasticité des hématies, et combien les plus légères variations physiques ou chimiques suffisent à les modifier et à les déformer.

2. *Structure.* — La structure des hématies est également l'objet de discussions; mais, sur ce point, on n'a jamais bien été d'accord. La plupart des histologistes, pourtant, admettent l'existence d'un « stroma » protoplasmique, plus ou moins spongieux, imprégné d'hémoglobine, et entouré d'une couche enveloppante plus dense. Or, Schäfer ¹, Weidenreich décrivent le globule comme une vésicule formée d'une mince membrane avec contenu liquide. Déjà Cuénot (1889), Bergonzini (1890), Macallum (1892), Griessbach (1892), n'ont toute structure dans le corps de l'hématie vivante, et considéraient comme produit par les réactifs fixateurs le réticulum qu'on y observe dans certaines conditions. Bloch (1901) se joignait à eux dans une certaine mesure, mais en admettant que, malgré l'aspect homogène, il pouvait exister une différenciation qui nous échappe. Jamais on n'avait été aussi loin que Weidenreich (1903-1904, *loc. cit.*), lorsqu'il dit que l'hématie est une vésicule constituée d'une « membrane protoplasmique, d'aspect homogène, incolore », renfermant « un contenu liquide et sans structure, l'endosome, qui représente essentiellement une solution d'hémoglobine ». Pourtant Hamburger ² déduit de considérations physico-chimiques l'existence d'un réticulum; Negri ³, Ruzicka ⁴ voient, chez les Amphibiens,

¹ SCHAEFER : On the structure of the Erythrocyte. *Anatomischer Anzeiger*, t. XXVI. L'auteur y rappelle des vues qu'il a déjà émises dès 1892-1893.

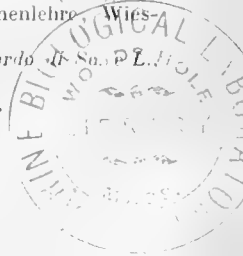
² Après KOLLMANN (1873), FUCHS (1877), PRITZNER (1883), etc. HAMBURGER : Osmotischer Druck und Ionenlehre. Wiesbaden. 1902.

³ NEGRI : *Memorie del R. Istituto Lombardo*, t. XIX, 1902.

⁴ RUZICKA : *Anat. Anzeiger*, t. XXIII, 1903.

¹ ALBRECHT : *Sitzungsber. Ges. Morph. Phys. München*, t. XIX, 1903.

² MARTIN HEIDENHAIN : *Folia haematologica*, 1904.



une structure réticulée apparaît au moyen de la coloration vitale par le rouge neutre ou le bleu de méthylène. Meves¹ croit que, même dans ces cas, c'est un produit artificiel; chez la Grenouille, pourtant, il croit trouver un véritable réseau, mais, chez la Salamandre, il n'existe qu'un certain nombre de filaments périnucléaires, contournés, épais, qu'il croit formés de mitochondries, c'est-à-dire de ces petits grains décrits par Benda dans le protoplasme de nombreux éléments. Il y trouve, en outre une sorte de corpuscule paranucléaire.

Cet auteur attire surtout l'attention sur la présence d'une différenciation structurale toute particulière, qu'on ne retrouve pas chez les Mammifères, mais qui a été déjà signalée par Nicolas (1896, *Bibl. anat.*) chez les Amphibiens, et Dehler chez l'embryon de poulet. C'est un anneau périphérique, qui semble essentiellement destiné à maintenir la forme discoïde de l'hématie. Meves montre que cet anneau (*Randreifen*) est essentiellement constitué par une ou, plus généralement, par plusieurs fibrilles parallèles situées dans le bord même du corpuscule. Il disparaît pendant la division caryocinétique, probablement employé à la constitution de la figure achromatique. Par certains réactifs, on y voit apparaître des membranes et des lignes de granulations transversales de place en place. Dans le sang abandonné à lui-même sur la lame, et soumis ainsi à une lente concentration, l'anneau marginal subit une sorte de contraction et ses deux moitiés longitudinales tendent à s'enrouler en spirale l'une autour de l'autre. Tous ces phénomènes sont surtout marqués chez la Salamandre terrestre. Weidenreich conteste ces données; pour lui, l'anneau n'est pas une formation filamenteuse, mais simplement l'expression d'un pli de la membrane. Divers réactifs le fixent et maintiennent ainsi la forme; dans les réactifs non fixants (solution salée), rien n'empêche le déplissement et, par suite, le gonflement de l'hématie, qui tend à devenir sphérique. Mais, tout récemment, Bryce², chez le *Lepidosiren*, montre de nouveau la réalité de cet anneau, qu'il voit apparaître au cours du développement, lorsque le globule, de sphérique qu'il était, tend à s'aplatir, et qui, dans les vues de profil, sur les larges hématies de cet animal, se montre en coupe optique comme une série de points (dans un champ clair), correspondant à la section des fibrilles décrites par Meves.

Chez le même animal, Bryce voit un réticulum qu'il croit être le reste d'une structure alvéolaire primitive.

De toutes ces descriptions, il résulte donc que l'hématie n'est pas absolument dépourvue de structure; la différenciation de ces fibrilles périphériques, les filaments isolés décrits dans le corps par Meves suffiraient à le prouver. Pourtant, presque tous les auteurs font, comme Meves lui-même, des réserves sur l'existence d'un réticulum. Ces réserves sont hautement justifiées, mais il y a loin de là à la présence, dans une vésicule, « d'une simple solution d'hémoglobine ». Ne s'agirait-il pas simplement d'un protoplasme homogène, plus fluide que dans la plupart des cellules, et dans lequel peuvent s'élaborer des différenciations filamenteuses secondaires?

En ce qui concerne la *membrane*, Bryce en décrit une, Meves n'en trouve point. Mais il fait observer à Weidenreich qu'il n'est aucunement besoin, pour expliquer les phénomènes osmotiques, d'admettre l'existence d'une véritable membrane, au sens histologique du mot. Il suffit d'une *crusta*, d'une couche limitante densifiée du protoplasme, dont personne ne songe à nier l'existence dans les hématies, où elle est particulièrement bien marquée, et où elle a toujours été décrite. Schäfer, Albrecht croient pourtant trouver quelques particularités importantes dans cette membrane (ou couche limitante). Pour Schäfer, elle est constituée par une substance très molle et très élastique, contenant une grande quantité de lécithine et de cholestérine. La présence de ces corps, dont les propriétés physiques sont les mêmes que celles de la graisse, se laisserait démontrer par l'action de la chaleur, qui ramollit et peut fondre cette sorte de « myéline », par la coloration laquée que prennent les hématies après l'action des dissolvants de la graisse, par la couleur foncée que prend la membrane par l'acide osmique. Cette membrane serait donc constituée de nucléoprotéides, mais avec une couche superficielle fortement imprégnée de ces substances grasses, peut-être même exclusivement formée de lécithine et de cholestérine. Albrecht retrouve la même couche superficielle « de nature grasseuse », fluide à chaud, formant enveloppe non miscible au plasma, mais permettant l'osmose. Il explique par là les changements de forme, l'agglutination, etc., et ce fait que des fragments d'hématies peuvent encore en remplir les fonctions.

Au cours des recherches dont nous venons de parler, Meves, Weidenreich, Bryce donnent encore un grand nombre d'observations intéressantes. Bryce, par exemple, suit les phénomènes de la caryocinèse dans les hématies du *Lepidosiren*. Il ne voit pas de centrosome au repos; mais, dès la

¹ MEVES : Zur Struktur der roten Blutkörperchen bei Amphibien und Säugethieren. *Mitt. des Vereins Schleswig-Holsteinischer Aerzte*, 1903. — Et *Anatomischer Anzeiger*, plusieurs articles en 1904, 1905; démonstration au Congrès de Genève, etc.

² TH. H. BRYCE : The histology of the blood of the larva of *Lepidosiren paradoxa*. *Transaction of the Royal Society of Edinburgh*, t. XLI, part. II, 1904.

prophase, il s'en forme deux très nets, ou un seul qui se divise ensuite. L'auteur suit également l'histogénèse, et voit à partir d'une certaine époque la plupart des globules rouges se former dans la rate. Il admet la descendance décrite par Pouchet : une forme cellulaire initiale unique, d'où peuvent dériver aussi bien des hématies que des leucocytes. Ce travail est accompagné de très belles planches.

IV. — SQUELETTE. — L'ORIGINE DE LA PARTIE OCCIPITALE DU CRANE.

Nous avons analysé ici même, en 1901, des travaux de Furbinger et de Gaupp, où ces auteurs admettaient le déplacement de la frontière cranio-vertébrale au cours du développement phylogénétique. Il y aurait eu un recul de cette frontière, et les crânes d'Amniotes contiendraient trois protovertèbres de plus que les crânes de Sélaciens. Fropier¹ vient aujourd'hui combattre cette hypothèse ; pour lui, il y a homologie de la frontière cranio-vertébrale chez tous les Vertébrés. Chez les Sélaciens, on trouve le nombre des somites occipitaux bien plus grand (13 chez les *Torpedo*) que chez les Reptiles (5) et chez les Mammifères (3). Mais, peu à peu, au cours de l'ontogénèse, les premières protovertèbres s'atrophient, et les trois dernières seules persistent, comme chez les Mammifères, pour « entrer dans cette phase de développement spécial qu'on pourrait appeler occipitalisation » ; c'est-à-dire que le mésenchyme qui en dérive se fusionne en une seule masse, et s'accroît subitement et considérablement pour donner les masses latérales de l'occipital. Il est donc infiniment probable, d'après cet auteur, que les trois vertèbres (ou *occipitoblastes*) persistantes sont les mêmes partout, et qu'elles se sont maintenues précisément à cause du fait qu'elles ont toujours été indispensables à l'occipitalisation du crâne.

V. — APPAREILS DIGESTIF ET RESPIRATOIRE.

§ 1. — Appareil lymphoïde de l'intestin et production de l'entérokinase.

Dans une thèse récente, Simon², élève de Roger et de Dominici, met en évidence un fait nouveau qu'il serait très intéressant de vérifier. Dans le derme de la muqueuse intestinale (mais en dehors des follicules), il trouve de nombreux leucocytes

éosinophiles de la variété polynucléaire (par opposition aux myélocytes éosinophiles). Ces cellules feraient défaut dans les autres muqueuses, seraient bien plus rares dans la rate et les ganglions. C'est donc qu'elles auraient un rôle important dans l'intestin. Quel peut être ce rôle ? Suivant ces éosinophiles chez le chien, l'auteur les voit souvent engagés entre les cellules de l'épithélium intestinal, mais seulement dans les glandes de Lieberkühn. Ils traverseraient manifestement cet épithélium, et arriveraient dans la cavité glandulaire, où ils se détruiraient, mettant en liberté leurs granulations, et donnant ainsi l'un des éléments du suc entérique. Chez l'animal à jeun depuis deux ou trois jours, le nombre des éosinophiles est peu abondant dans le derme, et assez rarement on en aperçoit en train de traverser l'épithélium. L'injection dans le duodénum de grandes quantités de suc pancréatique, ou d'eau salée à la dose physiologique, détermine, au contraire, en un quart d'heure environ, une infiltration massive du derme par un nombre considérable d'éosinophiles, en une demi-heure à une heure une abondante diapédèse de ces cellules à travers l'épithélium. La richesse de la muqueuse en kinase augmente parallèlement. L'auteur en conclut que les éosinophiles prennent une part importante à la formation de l'entérokinase, tout en pensant qu'ils ne sont pas seuls à la sécréter, qu'ils peuvent, d'autre part, participer à la formation d'autres ferments.

Dans le même travail, Simon étudie dans son ensemble l'appareil lymphoïde de l'intestin. Il y voit l'analogue d'un vaste ganglion lymphatique étalé, dont les follicules corticaux seraient représentés par les follicules clos isolés ou agminés (plaques de Peyer), et la substance médullaire par le derme même de la muqueuse, infiltré de mononucléaires, de macrophages, et surtout de nombreux polynucléaires neutrophiles et éosinophiles. Tandis que, dans la substance médullaire du ganglion, les éléments dégénérés sont détruits sur place, ici ils s'élimineraient de préférence dans la cavité intestinale en traversant l'épithélium. Au cours des infections expérimentales qu'il a provoquées, il a vu l'appareil lymphoïde intestinal réagir comme le reste du système hématopoïétique, mais à un degré moindre, la production de leucocytes et la diapédèse à travers l'épithélium augmenter dans des proportions considérables pour aider au rejet des produits toxiques. Dans un cas, chez le lapin, Simon a même pu constater la transformation myéloïde partielle des follicules, c'est-à-dire l'élaboration à leur intérieur d'hématies nucléées typiques. C'est une observation importante en faveur de l'unité du système hématopoïétique, que tant d'auteurs se refusent à admettre.

¹ FROPIER : Die occipitalen Urwirbel der Amnioten im Vergleich mit denen der Selachier. 1^{er} Congrès international des Anatomistes, Genève, 1905.

² SIMON : Contribution à l'étude de l'appareil lymphoïde de l'intestin. Thèse, Paris, 1904.

§ 2. — Dérivés branchiaux : le thymus.

Le thymus a été récemment l'objet d'un assez grand nombre de travaux, dont quelques-uns sont particulièrement importants par leur riche documentation. Tout le monde est d'accord depuis longtemps pour faire dériver cet organe du feuillet interne, d'ébauches épithéliales paires émanées d'une ou de plusieurs fentes branchiales, suivant les espèces. Mais on sait, d'autre part, combien le thymus est encore peu connu dans son évolution, dans sa structure, et combien varient les interprétations à propos des différents éléments de cette structure. Deux principales théories sont depuis longtemps en présence. Les uns sont partisans d'une *pseudomorphose* (His, Stieda, 1880, 1881, etc.), c'est-à-dire qu'ils admettent que le tissu d'aspect lymphoïde (lymphocytes dans les mailles d'un réticulum cellulaire), qui constitue essentiellement l'organe adulte, se forme grâce à une invasion d'éléments mésodermiques dans l'ébauche épithéliale primitive. De cette ébauche ne persisteraient que des vestiges : les groupes de grosses cellules arrondies au centre, aplaties en écailles à la périphérie, qu'on appelle *corpuscules de Hassall*. Les autres, au contraire, admettent une *transformation* directe de l'épithélium en tissu lymphoïde. C'est en ce sens que s'était prononcé, dès 1879, Kölliker; c'est cette théorie qu'ont particulièrement développée Tourneux et Hermann (1887), Prenant (1893-1894). Quelques-uns, comme Schaffer (1893), von Ebner (1899), font provenir la partie centrale ou médullaire de l'épithélium surtout, tandis que la corticale serait principalement d'origine conjonctive.

Si nous arrivons aux travaux récents, nous trouvons les opinions suivantes :

Oscar Schultze (1897), Ver Eecke¹, Nusbaum et Prymak (chez la truite)², Maurer³ (chez les Amphibiens principalement), voient encore, dans le *réticulum*, du tissu conjonctif de remplacement qui a pénétré l'ébauche épithéliale. Mais Beard⁴, Hammar⁵, Stœhr⁶ font dériver ce réticulum de

l'épithélium primitif. Hammar et Stœhr vont plus loin. Pour eux, ce n'est point du tissu conjonctif; c'est encore du tissu épithélial qui a pris la disposition réticulée, comme cela arrive en d'autres points déjà bien connus : dans la partie centrale de l'organe de l'émail (bourgeons des dents), dans le follicule de De Graaf de plusieurs espèces animales (Hammar).

Quant aux éléments contenus dans les mailles du réseau, et très généralement considérés jusqu'ici comme des *lymphocytes*, Stœhr en fait également « des cellules épithéliales, demeurées à un stade jeune longtemps persistant ». Pour lui, on peut trouver aussi des leucocytes, mais guère plus qu'en tout autre organe. Les autres auteurs les considèrent comme des lymphocytes, mais ne sont pas d'accord sur leur origine. Hammar, Bryce⁷ réservent leur opinion. Ver Eecke, Goodall², Lewis³ (chez les Oiseaux) y voient des éléments immigrés de l'extérieur; tandis que O. Schultze, Maurer, Beard, Nusbaum et Prymak, Ghika⁴, tout en étant d'accord avec les précédents sur leur nature lymphocytaire, les font dériver de l'ébauche épithéliale primitive. Beard (chez les Sélaciens) va même beaucoup plus loin. Pour lui, c'est cette ébauche qui représente l'origine première des leucocytes dans l'ensemble de l'organisme, et Prymak⁵ se range à son avis chez les Téléostéens.

Quant aux *corpuscules de Hassall*, Nusbaum et Prymak les considèrent encore comme des restes épithéliaux non transformés en leucocytes; Schambacher⁶, même, comme les derniers vestiges d'un canal excréteur ramifié; Goodall, Lewis soutiennent des opinions analogues. Au contraire, à la façon d'Amman, de Watney (1882), de Prenant (1893), Wallisch⁷, Magni⁸, Maurer, Hammar, Stœhr les voient se former secondairement aux dépens du réseau et augmenter de nombre avec l'âge.

Reprenons quelques-uns de ces points en suivant particulièrement le travail et les figures de Hammar (d'Upsala), qui a étudié simultanément l'évolution complète du thymus chez l'homme, le

¹ VER EECHE : Structure et modifications fonctionnelles du thymus de la grenouille. *Bull. de l'Acad. R. de Méd. de Belgique*, 1899, et *Ann. Soc. Méd. Gand*, 1899.

² NUSBAUM et PRYMAK : Zur Entw. der lymph. Elementen der Thymus bei den Knochenfischen. *Anatomischer Anzeiger*, t. XIX, 1901.

³ MAURER : Schilddrüse und Thymus, etc. *Morpholog. Jahrbuch*, t. XXVII, 1899, — et Hertwigs Handbuch. d. vergl. u. exp. Entwickl., 1902.

⁴ BEARD : The source of leucocytes. *Anatom. Anzeig.*, t. XVIII, 1900; et The origin and histogenesis of thymus. *Zoolog. Jahrb.*, t. XVII, 1902.

⁵ HAMMAR : Zur Histogenese und Involution der Thymusdrüse. *Anatom. Anzeiger*, t. XXVII, 1905. — Et Congrès des Anat., Genève, 1905.

⁶ STÖHR : Ueber die Thymus. *Sitzungsberichte der phys. medicin. Gesellschaft zu Würzburg*, 8 juin 1905. — Et Lehrbuch der Histologie, 1905.

⁷ TH. H. BRYCE : The histology of Blood. *Lepidosiren. Transact. of the R. Society of Edinburgh*, t. XLI, 1905 — Et Development of the Thymus gland in *Lepidosiren*. *1er Congrès internat. des Anat.*, Genève, 1905.

² GOODALL : The postnatal changes in the Thymus of Guinea-pigs. *Journal of Physiology*, t. XXXII, 1905.

³ LEWIS : The Avian Thymus. *Journal of Physiol.*, t. XXXII, 1905.

⁴ GHIKA : Etude sur le Thymus. *Thèse*, Paris, 1901.

⁵ PRYMAK : Fein. Bau und Involution der Thymusdr. bei den Teleostiern. *Anatom. Anzeig.*, t. XXI, 1902.

⁶ SCHAMBACHER : Ueber die Persistenz von Drüsenkanälen. *Diss. medic.*, Strassburg, 1903. — Et *Virchow's Archiv*, t. CLXXII.

⁷ WALLISCH : Zur Bedeutung der Hassalschen Körperchen. *Archiv für mik. Anat.*, t. LXIII, 1903.

⁸ MAGNI : Ueber einige histol. Untersuch. *Arch. f. Kinderheilk.*, t. XXXVIII, 1903.

chien, le chat, le lapin, le rat, le bœuf, chez plusieurs espèces d'Oiseaux et d'Amphibiens.

Autant l'origine des lymphocytes reste incertaine, dit Hammar, autant celle du réseau est évidente; et il s'attache surtout à cette partie de l'histogénèse. Les vaisseaux sanguins commencent à pénétrer dès le stade où l'organe est représenté par une simple masse épithéliale. Pour former réseau, les cellules de cette masse, d'abord serrées, s'écartent, se munissent de petits prolongements qui vont s'allongeant graduellement, sont de plus en plus lâchement unies.

Ainsi naît le réticulum sur les fœtus humains de 21 à 31 millimètres de longueur. Sur le premier, on trouve toutes les transitions: certaines plages restent encore purement épithéliales, tandis que d'autres sont nettement réticulées. Les mailles du réseau sont d'abord vides, mais, vers la fin du deuxième, le commencement du troisième mois, on voit se produire deux changements. Les cellules des parties centrales grossissent, et par conséquent se rapprochent, d'où un aspect plus compact; le réticulum périphérique reste, au contraire, grêle et peu serré; dans ses mailles apparaissent des lymphocytes de plus en plus nombreux, siège bientôt d'abondantes caryocinèses. Ainsi se différencient l'une de l'autre, dans chaque lobule, une substance corticale et une substance médullaire. Par places et pendant longtemps, chez le chien surtout, l'assise de cellules la plus périphérique peut garder la disposition épithéliale avec des transitions insensibles au réticulum; cette disposition (sur laquelle Prenant, Chiari, ont déjà attiré l'attention) peut reparaitre également au cours de l'involution; l'auteur y voit la preuve manifeste de la *nature épithéliale persistante* de toute charpente réticulée. Une autre preuve, et qui sépare complètement le thymus des vrais organes lymphoïdes, c'est que, dans ces derniers, les cellules de charpente forment généralement des fibres de réticuline, et même un nombre plus ou moins grand de fibres collagènes fines. Or, ici, les colorations spécifiques (méthodes de Hansen, de Mallory, etc.), les digestions artificielles par la trypsine, ont montré à l'auteur suédois que la transformation n'aboutit jamais à la formation de fibres conjonctives vraies ou fausses, et que le réseau reste purement cellulaire. Chez les Amphibiens, du reste, il est compact et serré, d'aspect plus épithélioïde.

Dans la substance médullaire, Hammar voit de très bonne heure se présenter des *dillérenciations particulières*. Elles sont toutes caractérisées par l'*hypertrophie* de certaines cellules du réticulum, isolées ou par groupes. Assez rarement, ces éléments restent de simples cellules géantes, à un ou plu-

sieurs noyaux, arrondies ou reliées au réseau. Le plus souvent, la différenciation est poussée plus loin et aboutit, chez les Oiseaux et les Amphibiens, à la formation de ce que Hammar appelle les *cellules myoïdes*, chez les Mammifères à la constitution des *corpuscules de Hassall*, qui sont par conséquent des formations analogues.

Les *cellules myoïdes* ont été vues aussi par Pensa¹, qui les considère comme de véritables éléments musculaires à développement retardé, nés de l'épithélium du cœlome de la troisième fente branchiale, et inclus dans le thymus. Situées de préférence dans la substance médullaire, elles ont un corps réfringent, en majeure partie formé de fibrilles souvent lisses et concentriques, plus ou moins groupées en faisceaux de directions variées, mais parfois aussi délicatement striées, et pouvant offrir tous les détails de structure de la fibrille musculaire striée ordinaire. Chez les Amphibiens, ces cellules restent le plus souvent arrondies; mais, chez les Oiseaux, elles s'allongent plus volontiers pour former de véritables fibres, qui restent généralement en continuité avec le réseau. A ces éléments singuliers (trouvés également par Pensa chez les Reptiles), Hammar n'a pu voir jusqu'ici aucun lien avec le système nerveux par la méthode de Golgi; l'excitation directe du thymus ne lui a pas montré de contractions. Il hésite donc à les considérer comme de véritables éléments musculaires au point de vue fonctionnel. Leur présence ici montre que des fibres striées peuvent provenir de l'entoderme, et par conséquent des trois feuilletts blastodermiques. Chez les Mammifères (veau, par exemple), on rencontre simplement un certain nombre de gros éléments arrondis, réfringents, à fibrillation plus ou moins concentrique.

Mais, chez les Mammifères, les cellules hypertrophiques du réticulum se comportent généralement d'autre façon. Une d'entre elles, de place en place, s'arrondit en grossissant, refoule les voisines qui s'hypertrophient aussi, les aplatit et s'en coiffe pour s'en former une coque écailleuse; l'ensemble forme un *corpuscule de Hassall*. Les cellules centrales subissent souvent alors la dégénérescence chromatique, hyaline, ou graisseuse. Il peut s'y former des cavités avec débris cellulaires. Il peut exister aussi des corpuscules composés, par soudure de plusieurs voisins, ou bien des amas, des traînées irrégulières de cellules hypertrophiques, toujours unies au réseau par leurs prolongements extérieurs, et montrant souvent des transitions à ce réseau. Il peut enfin s'y former de véritables petits kystes, tapissés en partie ou en totalité de cellules

¹ PENZA : *Bollettino della Soc. med. chir. de Pavia*, 1902 et 1904.

épithéliales ciliées, ou à cuticules, à bordure en brosse, et même, chez les Amphibiens, de cellules muqueuses. Toutes ces particularités sont en faveur de la conception épithéliale du réticulum. Les corpuscules de Hassall n'existent pas dans le réseau thymique dès son origine; les premiers et les plus simples se forment chez le fœtus humain de 65 à 70 mm., et il ne cesse de s'en constituer, jusque dans la première partie de la période d'involution. Wallisch a montré, dès 1903, que leur volume total augmente avec l'âge, et que, chez un enfant de six mois, il représente plus de 180 fois le volume d'un thymus entier d'un fœtus du troisième mois. Ce ne sont donc pas des vestiges plus ou moins atrophiés de l'épithélium primitif ou d'un canal excréteur.

Sur l'origine des lymphocytes contenus dans les mailles, Hammar est beaucoup plus réservé. Tout en penchant, semble-t-il, pour la théorie de l'immigration, il reconnaît qu'il n'y a pas jusqu'ici d'argument bien probant en sa faveur, et que certains lymphocytes sont munis de prolongements qui semblent unis au réseau. Ce sont ceux que l'on a considérés comme des formes de transition. Mais, dès leur apparition, les lymphocytes montrent de nombreuses caryocinèses, assez faciles à distinguer de celles du réseau, et subissent une prolifération abondante. Le thymus devient alors une source de leucocytes.

Ce n'est point, comme nous l'avons vu, l'opinion de Stœhr, qui ne voit dans les « prétendus lymphocytes » que des cellules épithéliales particulières. « Le thymus, dit-il, est un organe épithélial du commencement jusqu'à la fin », et dans toutes ses parties. Si l'on accepte cet exposé, ajoute-t-il, toutes les obscurités disparaissent; tous les efforts pour faire dériver les leucocytes de l'ectoderme ont échoué ici comme ailleurs.

En face des réserves de Hammar et de Bryce, il est difficile, à l'heure actuelle, de suivre Stœhr jusque-là, vu l'absence d'arguments absolument probants; mais il semble bien définitivement acquis aujourd'hui, grâce à Hammar particulièrement, qu'il ne doit plus rester de doutes en ce qui concerne le réseau: il est franchement épithélial; or, c'est la partie essentielle, la première formée, la dernière dégénérée: les lymphocytes sont des éléments beaucoup plus labiles, tard apparus, tôt disparus à l'état normal, diminuant et disparaissant facilement quand la nutrition générale est en souffrance.

Hammar a également suivi l'involution de l'organe. Il distingue une *involution accidentelle*, qui se produit lorsqu'il existe une diminution ou des troubles de la nutrition (inanition, maladie), et une *involution normale*, due aux progrès de l'âge (*Altersinvolution*). Dans les deux, les lymphocytes

disparaissent d'abord, le réticulum se dégage, les processus de dégénérescence s'accroissent dans les corpuscules de Hassall et dans tout le tissu. Dans l'involution normale, les lobules diminuent progressivement de volume, tandis que le tissu adipeux se forme et augmente entre eux, mais le tissu lymphoïde se maintient longtemps. Les lymphocytes disparus, la structure épithéliale réapparaît dans la couche périphérique. Il est impossible d'assigner une date aux différents stades de l'involution, les différents lobules de la même glande se comportant différemment, quelques-uns résistant très longtemps. Chez l'homme, d'ailleurs, le thymus persiste plus longtemps qu'on ne pense. Sur quarante sujets sains, Hammar a trouvé que le poids augmente jusqu'à la puberté. C'est seulement à trente-cinq ans qu'il commence à diminuer. Chez un suicidé de cinquante-trois ans, il existait encore de la substance médullaire, entourée par places d'une substance corticale bien définie.

Ajoutons encore qu'Hammar et Bryce s'inscrivent tous deux contre la généralisation à tous les Vertébrés des données de Beard, qu'ils n'ont pu pourtant contrôler chez les Sélaciens. Chez le *Lepidosiren* (Bryce), les leucocytes abondent dans l'organisme alors que le thymus n'est encore qu'un amas épithélial; ils préexistent même à son apparition. Chez l'homme (Hammar), on en trouve également en abondance au deuxième mois (embryon de 17 et 21 millimètres), alors qu'ils n'apparaissent dans le thymus qu'au troisième mois. Des rapports analogues existent chez le chien, chez le poulet. Le thymus n'est donc point la source première des leucocytes dans l'organisme.

VI. — APPAREIL CIRCULATOIRE.

§ 1. — Les artères de la base du cerveau.

Nous avons analysé précédemment (1903) un travail de M^{lle} Bertha De Vriese sur le développement ontogénétique et phylogénétique des artères des membres. Le même auteur aborde aujourd'hui¹, dans les mêmes conditions, l'étude des artères de la base du cerveau. D'après ses recherches, le domaine cérébral irrigué par la carotide interne s'étend d'abord bien plus loin en arrière chez le fœtus que chez l'homme adulte. C'est secondairement que la vertébrale finit par prédominer dans cette partie postérieure. La cérébrale postérieure du fœtus provient aussi souvent de la première que de la seconde. Il résulterait de ces changements une atrophie graduelle et secondaire de la partie de la cérébrale postérieure primitive née de la

¹ B. DE VRIESE : Sur les artères de la base du cerveau *Verhandl. der Anatom. Gesellschaft.*, Jena, 1904.

carotide, partie qui forme la communicante postérieure de l'adulte. Souvent, en outre, chez le nouveau-né, naît de la communicante antérieure une grosse artère médiane du corps calleux, qui peut persister chez l'adulte. L'existence de cette artère impaire paraît à l'auteur une disposition primitive; elle naîtrait de la fusion des deux extrémités terminales des carotides.

§ 2. — Le myocarde; ses vaisseaux lymphatiques.

Nous avons rendu compte ici, il y a déjà trois ans, des travaux qui ont modifié les conceptions anciennes sur la fibre musculaire du cœur (Hoyer, Marceau, M. Heidenhain, Hoche, Godlewsky, etc.), et qui ont notamment montré que le segment de Weissmann n'est pas une cellule. Nous n'avons donc pas à revenir en détail sur cette question. Mais nous devons signaler la revue générale que Renaut et Mollard¹ viennent d'y consacrer, et qui est une mise au point très complète. Les auteurs n'admettent pas l'existence d'un véritable sarcolemme dans la fibre cardiaque; ils pensent que sa très mince enveloppe est ici une sorte de « sarcolemme resté embryonnaire », ou plutôt une formation exoplastique du sarcoplasme marginal; ils proposent de l'appeler *exosarcoplasme* pour le distinguer du vrai sarcolemme des fibres striées ordinaires.

Dans leur revue, Renaut et Mollard ne s'occupent pas seulement de la fibre contractile: ils traitent du myocarde en général; et nous nous arrêtons un instant sur la question du tissu conjonctif et des vaisseaux lymphatiques du cœur, qui, elle aussi, a subi d'assez grandes modifications. La question des *fentes* de Henle est définitivement tranchée: il n'y a point d'endothélium lymphatique à leur surface; ce ne sont point des cavités lymphatiques. Le myocarde est divisé en gros faisceaux, entourés chacun d'une gaine ayant les caractères, non d'une aponévrose, mais d'une simple enveloppe fibreuse, à faisceaux divergents et lâchement entre-croisés (feuilletés fenêtrés et *formation fasciculante* de Durand, 1879), réunis pourtant entre eux en une membrane continue par la substance conjonctive amorphe. Les écarts existants entre ces gaines fibreuses sont les fentes de Henle: celles-ci sont comblées, remplies par un *tissu conjonctif lâche*, continuation du tissu sous-péricardique, et d'autant plus abondant (les fentes étant plus larges) qu'on se rapproche davantage de l'épicarde. Ce tissu lâche porte par places des traînées de vésicules adipeuses, partant des vaisseaux sanguins, parfois, mais assez rarement, d'un capillaire lym-

phatique, bientôt « terminé en ampoule close ou en pointe effilée », prolongement d'un des lymphatiques sous-péricardiques. Enfin, il existe, à l'intérieur des faisceaux musculaires principaux, une troisième formation conjonctive: c'est la *formation conjonctive intrafasciculaire*, formant des cloisons de plus en plus minces (à mesure qu'elles circonscrivent des faisceaux plus petits) du périnysium interne. En dernière analyse, on retrouve encore autour de chaque fibre « un manchon constitué par une pellicule connective d'une minceur extrême ». Ces « *manchons connectifs pellucides* » sont formés de substance amorphe contenant quelques fibres tramulaires, et se continuant avec la membrane propre des capillaires sanguins. Il ne faut pas les confondre avec le mince *exosarcoplasme* resté adhérent à la fibre, généralement rétractée à leur intérieur. C'est là encore, jusque dans ses plus fins détails, une variété du tissu conjonctif modelé, offrant une voie facile à la sclérose.

On comprend que, d'après cette description, le myocarde n'est plus « une éponge lymphatique », comme le disait Ranvier. Chez les Mammifères, les seuls véritables et abondants vaisseaux lymphatiques du myocarde sont situés à sa surface, sous le péricarde viscéral: ce sont les larges *capillaires lymphatiques sous-péricardiques*. De là, partent des branches qui s'engagent, sur un court trajet seulement, dans les fentes de Henle et s'y terminent en culs-de-sac. L'existence de lymphatiques sous l'endocarde reste douteuse. C'est seulement par remplissage forcé, puis rupture des vaisseaux méritant véritablement ce nom, qu'on développe dans les fentes de Henle, avec les injections colorées, des « espaces pseudo-lymphatiques » artificiels, privés de la paroi endothéliale caractéristique. C'est par ce procédé fautif qu'Albrecht² encore, en 1903, arrivait à cette conclusion, conforme à celle de Ranvier, à savoir que l'origine des voies lymphatiques se trouve partout dans le myocarde.

Des recherches plus récentes de Bock³ viennent confirmer en majeure partie la description de Renaut et Mollard, bien que l'auteur se soit servi de masses à injection colorées (bleu de Prusse). Il ne voit point de fentes lymphatiques entre les fibres ni entre les faisceaux, mais seulement un système de capillaires lymphatiques relativement étroits anastomosés en réseau, avec, de place en place, des rameaux terminaux en *cæcum*. Bock ne diffère des auteurs français que sur un point: ce réseau lymphatique lui apparaît très riche. Il est développé

¹ ALBRECHT: Der Herzmuskel und seine Bedeutung. Berlin, 1903.

² BOCK: Die Lymphgefäße des Herzens. *Anatomischer Anzeiger*, t. XXVII, juin 1905.

³ RENAUT et MOLLARD: Le Myocarde. *Revue générale d'Histologie*, t. I, Paris et Lyon, Storck, 1905.

parallèlement au réseau sanguin et à ses côtés, mais moins régulier et un peu plus serré, de telle façon que chaque fibre musculaire peut être considérée comme accompagnée d'un capillaire sanguin et d'un capillaire lymphatique (ou de deux), souvent côte à côte, suivant en tous cas la même direction, parallèles à la fibre, avec des anastomoses transversales ou obliques. Le vaisseau lymphatique est généralement un peu plus large que le vaisseau sanguin, et laisse souvent apercevoir les noyaux de son endothélium. De belles figures en couleur, très démonstratives (coupes en long et en travers), accompagnent ce travail. Les unes proviennent du chevreuil; les autres ont été fournies par un cœur humain injecté dans d'excellentes conditions (supplémenté, une heure après la mort).

VII. — TÉGUMENT EXTERNE. — LE MÉCANISME HISTOLOGIQUE DE LA FRISURE DU POIL.

On a attribué la frisure des productions pileuses à des causes diverses. Pour les uns, elle réside dans une conformation particulière du poil lui-même, qui serait l'absence de moelle (mais Nathusius a rectifié cette erreur), la finesse du poil, sa section elliptique (Browne, 1853, Weber, Henle, Kœlliker, Pruner-Bey). Pour les autres, elle est due à la configuration du pore, à la forme spiroïde ou incurvée du follicule (Nathusius, 1866, Gœtte, 1867, Unna, 1896, Duclert, 1888, etc.). Vigier et Bloch¹ ont étudié récemment le cuir chevelu de deux nègres du Congo, morts à Paris, et la peau du mouton mérinos. Contrairement aux auteurs précédents, ils ne voient dans l'enroulement plus ou moins spiroïde du follicule qu'un phénomène secondaire. La cause première est dans la présence d'une *crête semi-circulaire oblique*, existant dans la concavité d'un coude très marqué, que forme le bulbe immédiatement au-dessus de la papille.

Cette crête n'est qu'un fort épaissement de la paroi fibreuse du follicule, épaissement essentiellement formé de fibres transversales ou plutôt obliques. Elle s'enfonce dans la gaine épithéliale externe, épaisse au-dessus d'elle, très réduite, au contraire, au-dessous. « La présence *unilatérale* de cette crête au niveau de la partie supérieure du bulbe et son orientation légèrement *oblique* doivent déterminer une compression et un déplacement des éléments encore jeunes et plastiques du poil, d'où résulte l'enroulement en spire de celui-ci. » La compression agit sur toute l'épais-

seur du follicule épithélial; la torsion de celui-ci est, par conséquent, déjà un phénomène secondaire. C'est au contact seulement de la crête que le poil commence à décrire une spire dans le derme, et aussi à pivoter sur son axe.

Contrairement à ce que pensent Fritsch et Unna, la configuration de la papille n'a pas grande influence sur la forme du poil. Les cheveux du nègre, nés d'une papille arrondie, sont généralement de section elliptique; les brins de laine du mouton mérinos, nés d'une papille aplatie, linguiforme, sont parfaitement cylindriques.

VIII. — ORGANES GÉNITO-URINAIRES.

§ 1. — Les anomalies congénitales du rein.

Chaque jour sont signalées des anomalies de ce genre; mais ces observations restent isolées, et il est assez rare qu'un anatomiste s'impose la besogne un peu ingrate de les réunir, de les critiquer, de les classer, et d'essayer d'en tirer des déductions utiles. C'est ce travail que vient de faire Gérard², après l'avoir préparé dans la thèse de son élève Cadore³. « Les anomalies des reins, dit-il, qu'on peut presque toujours expliquer par des arrêts de développement, sont en général compatibles avec la vie; c'est ce qui fait leur grand intérêt: car, si un rein anormal peut passer inaperçu, n'attirer l'attention par aucun signe spécial, et, ordinairement, n'être découvert qu'après la mort, il peut, par contre, être accidentellement touché par les divers processus pathologiques; il importe donc de bien connaître les anomalies, et de préciser les caractères anatomiques capables de les faire découvrir chez le vivant. Nous verrons, en effet, qu'il est souvent possible de soupçonner un rein unique, et de dépister un rein en ectopie congénitale. » Gérard réunit 527 cas d'anomalies, dont un certain nombre d'observations personnelles de rein en fer à cheval et de rein fortement atrophié; il en donne de bonnes figures. Sur ces cas, il y en a 278 d'absence congénitale d'un rein (Ballowitz, 1895, *Arch. f. pathol. Anat.*, dans sa monographie, n'en avait réuni que 213), 17 d'atrophie absolue d'un rein, 13 d'augmentation du nombre, d'ailleurs discutables (3 reins), 90 de reins en fer à cheval, 22 de reins concrescents, etc...

Gérard arrive à établir la classification suivante, qui se rapproche de celle, antérieure, de Lanceaux (1875, *Dict. Dechambre*), et moins de celle de Jacquemet et Musy (1894):

¹ VIGIER: Mécanisme histol. de la frisure. *C. R. de l'Assoc. des Anatomistes*, Toulouse, 1904. — BLOCH et VIGIER: Recherches histol. sur le foll. pileux. *Bull. de la Soc. d'Anthropologie*, 1904.

² GÉRARD: Les anomalies congénitales du rein chez l'homme. *Journal de l'Anatomie et de la Physiol.*, juin 1905.

³ CADORÉ: Thèse, Lille, 1903.

ANOMALIES CONGÉNITALES DES REINS.

I. Anomalies par défaut.

- Absence { complète du système urinaire.
 congénitale absolue d'un des deux reins.
 Atrophie { relative d'un des deux reins.
 absolue d'un des deux reins.

II. Anomalies par excès. Augmentation du nombre des reins.

III. Anomalies de forme des reins.

IV. Anomalies par fusion. Symphyses rénales.

- Rein en fer à che- { à concavité supérieure.
 val { à concavité inférieure.
 { transversal au-devant de la colonne
 Rein concrescent { vertébrale.
 { longitudinal sur un des côtés de la
 colonne vertébrale.

V. Anomalies de situation. Ectopie intra-pelvienne du rein.

Dans ses conclusions, l'auteur insiste sur la fréquence relative de l'absence congénitale totale de l'un des reins (plus fréquente à gauche et dans le sexe masculin). « Dans les cas de rein unique, dit-il, avec absence congénitale complète du rein du côté opposé, les anomalies concordantes des organes génitaux internes du même côté sont la règle, leur état normal l'exception. » Donc une malformation unilatérale de l'ovaire, des trompes, une anomalie de l'utérus ou du vagin devra faire penser à l'absence possible d'un rein, « du côté opposé aux anomalies ». Au contraire, « dans le cas de rein unique formé par la coalescence de deux organes congénitalement accolés (reins en fer à cheval, reins concrescents, etc...), l'anomalie concomitante des organes génitaux internes est absolument exceptionnelle ». Le rein unique, dans ce cas, présente toujours de l'hypertrophie fonctionnelle; la possibilité de sa présence ne doit jamais quitter l'esprit du chirurgien. Pas plus que ses devanciers, Gérard n'a pu établir dans quelles proportions on rencontre les malformations du système rénal. Elles sont relativement rares jusqu'ici, mais plus on les cherche avec soin et plus on en trouve.

§ 2. — La capsule fibreuse du rein.

Le rein est entouré, comme l'on sait, d'une atmosphère adipeuse, et, plus en dehors, d'une assez forte capsule fibreuse. Le développement seul pouvait donner la signification de ces enveloppes accessoires. Fredet¹ l'a suivi sur des fœtus humains de 6 à 14 centimètres. Sur les premiers, le rein repose en arrière sur un fascia développé au-devant des muscles de la paroi abdominale postérieure, que l'auteur appelle fascia prépariétal. En avant, il est recouvert par le fascia péritonéal. Or, dès cette époque, il existe une capsule fibreuse autonome enveloppant le rein, capsule qui se

fusionne en arrière, près de la ligne médiane, avec le fascia prépariétal, en avant avec le fascia péritonéal. Fermée en bas et libre, fermée en haut et adhérente à la gaine de la capsule surrénale, l'enveloppe fibreuse ne s'ouvre qu'en dedans pour recevoir les vaisseaux. Les capsules des deux reins sont indépendantes. Au cours du développement, cet état se modifie peu à peu par l'apparition, entre la capsule périrénale et l'enveloppe propre du rein, de tissu cellulaire lâche qui se charge de graisse pour former l'enveloppe adipeuse. Plus tard, le feuillet antérieur de la capsule s'épaissit en se fusionnant en une seule lame avec le fascia péritonéal et la lame fibreuse mésentérique.

§ 3. — Les vaisseaux sanguins des organes génito-urinaires.

Sous ce titre, Farabeuf⁴ vient de publier et de présenter à l'Académie de Médecine une description très complète et très précise de la vascularisation des organes génitaux et du bassin, qu'il est impossible de résumer ici, mais que tous les anatomistes devront consulter. Il insiste particulièrement sur quelques faits. C'est d'abord que, malgré leurs anastomoses fréquentes, les vaisseaux du périnée et ceux du bassin sont nettement distincts. — Les branches descendantes de l'artère utérine se groupent de telle façon, en arrière et en avant, sur le col, que la dilatation et même la déchirure de ce col sont possibles sans rupture artérielle. — Les veinules qui accompagnent l'artère ombilicale oblitérée vont se jeter dans les vésicales inférieures, et, par conséquent, ne suivent pas le même trajet que leur artère, etc.... L'ouvrage est illustré de nombreuses figures.

§ 4. — Constitution de la membrane pellucide de l'ovule.

On considérait jusqu'ici la membrane pellucide de l'ovule des Mammifères comme une couche homogène percée de canalicules radiés. Par ces canalicules, on admettait (avec Retzius et plusieurs autres auteurs) que les cellules folliculeuses environnantes envoient des prolongements protoplasmiques qui viennent s'anastomoser avec le cytoplasme ovulaire et concourent directement à sa nutrition. Il n'en est pas ainsi, d'après Regaud et Dubreuil². Sur le follicule mûr, ces auteurs mettent bien en évidence les prolongements radiés, mais ces prolongements se colorent par le picro-

¹ FARABEUF : Les vaisseaux sanguins des organes génito-urinaires, du périnée et du pelvis. Paris, Masson, 1905. — Amplification de la Thèse de son élève le Dr CERR et Acad. de Méd., avril 1905.

² REGAUD et DUBREUIL : Sur la structure de l'ovaire des Mammifères. 1^{er} Congrès international des Anatomistes, Genève, 1905.

⁴ FREDET : Note sur la formation des capsules du rein chez l'homme. *Journal de l'Anatomie*, nov. 1904.

bleu dans la double coloration safranine micro-bleu; et sont en continuité non avec le protoplasme des cellules folliculeuses, mais avec une sorte de substance intercellulaire formée par le fusionnement de leurs exoplasmes. Regaud et Dubreuil voient, au cours du développement, la pellucide se constituer par l'accumulation de filaments exoplasmiques de ce genre, les uns radiés, les autres circulaires très serrés. En dehors de la pellucide proprement dite persiste une zone feutrée finement granuleuse, où les filaments sont moins serrés. En dedans d'elle, contre l'œuf, on trouve, au contraire, dans le follicule mûr, une fine membrane d'aspect anhyste, colorable en masse par le micro-bleu.

IX. — SYSTÈME NERVEUX. — TERMINAISONS NERVEUSES SENSITIVES DANS LES MUSCLES. — FIBRILLES ULTRA-TERMINALES.

Il y a longtemps déjà (Kœlliker, 1850, 1862) que l'on connaît l'existence des terminaisons nerveuses sensitives dans les muscles, mais l'étude des appareils terminaux spéciaux et la détermination de leur fonction est beaucoup plus récente; les travaux qui s'y rapportent sont fragmentaires et épars. Aussi n'était-il pas superflu d'essayer une étude d'ensemble de ces appareils. C'est ce qu'ont fait Regaud et Favre¹ dans une revue générale qui s'appuie sur un certain nombre d'observations personnelles, sur les travaux récents de Crevatin², Huber, Dogiel, Ramon y Cajal..., et surtout sur ceux de toute une série d'auteurs italiens: Ruffini³, Giacomini⁴, Cipollone⁵, Perroncito⁶, etc.

Laisant provisoirement de côté les organes musculo-tendineux de Golgi, qui appartiennent plutôt aux tendons, Regaud et Favre essaient d'abord de classer les « dispositifs sensitifs terminaux des muscles ». Ils les divisent en deux groupes principaux: les *dispositifs sensitifs épimysiaux*, caractérisés par le contact direct des terminaisons nerveuses avec les fibres musculaires, et les *dispositifs terminaux interstitiels*, c'est-à-dire siégeant dans le tissu conjonctif périmysial, entre les fibres musculaires. Parmi les premiers sont les *terminaisons simples* (d'Odenius, 1872, Arndt,

Sächs, Rouget); les *terminaisons en grappe* (de Tschiriew, 1879); les *terminaisons en paniers* à l'extrémité des fibres (de Retzius, 1892, Giacomini, 1898); les *terminaisons spéciales aux muscles de l'œil* (Retzius, 1892, Huber, 1899); enfin, les *fuseaux neuro-musculaires*. Le second groupe comprend: les *terminaisons libres* de Kœlliker (1862); les *terminaisons en plaques interstitielles* ou en *huisseaux* signalées par Kerschner (1888); enfin, les *terminaisons encapsulées* dans des *corpuscules paciniformes*. Ces dispositifs sont de valeur très inégale. Les premiers paraissent aux auteurs français avoir une valeur spéciale, et, parmi eux, les *fuseaux neuro-musculaires* méritent une « place absolument prépondérante ». Ce sont ceux-ci surtout, en effet, qui concourent, avec les terminaisons des tendons et des articulations, à nous donner des sensations inconscientes et subconscientes, « qui n'ont rien de commun avec les sensations tactiles » et qui méritent un nom spécial: celui de *sensations cinesthésiques*. On devra appeler ainsi les sensations qui nous donnent la conscience de nos attitudes et de nos mouvements, celles qui nous permettent d'approprier ces mouvements au but que nous voulons atteindre.

Dans leur revue générale, Regaud et Favre consacrent donc la plupart des chapitres à une étude complète des *fuseaux neuro-musculaires* chez tous les Vertébrés. Pour eux, le fuseau schématique est essentiellement constitué: 1° par une ou plusieurs fibres musculaires striées, généralement plus fines que les voisines, perdant assez souvent leur striation au niveau de la terminaison, insérées à leurs deux extrémités sur des fibres tendineuses; 2° par une ou plusieurs terminaisons motrices; 3° par un ou plusieurs dispositifs sensitifs terminaux épimysiaux fournis par une ou plusieurs fibres nerveuses enveloppées par une gaine de Henle; 4° par une capsule formée d'une ou plusieurs lamelles de substance conjonctive, et laissant entre elle et la fibre un espace clos fusiforme rempli de liquide incompressible, qui doit jouer un rôle important dans le mécanisme de transmission. Après avoir étudié les fuseaux relativement simples des Reptiles, puis des Amphibiens, les auteurs insistent sur les fuseaux plus complexes des Mammifères, s'en rapportant surtout à l'excellente description donnée par Ruffini chez le Chat. Cet auteur a montré que les fuseaux les plus complets reçoivent trois sortes de terminaisons: 1° une ou plusieurs *terminaisons primaires* ou *annulo-spirales*; 2° une ou plusieurs *terminaisons secondaires* ou *en forme de fleur*; 3° des *terminaisons en forme de plaques*. Les premières sont les plus importantes, et constituées chacune par une grosse fibre, qui perd sa myéline, s'aplatit en ruban, et s'enroule (souvent après bi-

¹ CL. REGAUD et FAVRE: Les terminaisons nerveuses et les organes nerveux sensitifs de l'appareil locomoteur, 1^{re} partie. *Revue générale d'histologie*, t. 1, fasc. 1, 1904.

² CREVATIN: Ueber Muskelspindeln. *Anat. Anzeig.*, t. XIX, 1901.

³ RUFFINI: Sulla fina anatomia dei fusi. *Siena*, 1898. — *Et Journal of Physiology*, t. XXIII, 1898. — *Anatom. Anzeig.*, t. XVI, 1899. — *Accademia di Siena*, t. XIII, S. 4, 1904.

⁴ GIACOMINI: *Atti Accad. Fisiocr.*, Siena, t. IX, S. 4, 1898.

⁵ CIPOLLONE: Nuove ricerche... *Ric. nel Lab. di anat. Roma*, t. VI, 1898.

⁶ PERRONCITO: Sulla terminazione... *C. R. Assoc. Anatom. Lyon*, 1901, et *Archiv. ital. de Biologie*, t. XXXVI, 1901; t. XXXVIII, 1902. — *Gazz. med. ital.*, t. LIV, 1903.

furcation en une branche ascendante et une descendante) en une spirale serrée plus ou moins régulière, autour de la fibre musculaire, ou bien y reste parallèle en envoyant de place en place une série d'anneaux qui l'entourent¹. Les terminaisons en fleurons, que Regaud et Favre préférèrent appeler *ramifiées polymorphes*, manquent souvent; elles proviennent de fibres myéliniques spéciales plus petites, et sont reléguées vers les extrémités du fuseau.

Enfin, les *terminaisons en plaques* nous retiendront un peu plus, parce que leur signification n'a été élucidée que tout récemment. Elles ressemblent plus ou moins fidèlement à des plaques motrices ordinaires, mais sont souvent plus petites, et peuvent encore en différer par l'agencement de leurs ramuscules terminaux. Elles sont *extra-capsulaires*, et se trouvent au delà (par rapport au tendon) et souvent, en outre, en deçà de la partie renflée capsulaire du fuseau. Elles reçoivent des fibres à myéline spéciales, fines, souvent séparées des premières. Ruffini, Giacomini, Crevatin, en raison des différences qui existent entre elles et les plaques motrices ordinaires (Ruffini), de leur inconstance (Giacomini, niée par Ruffini), tendaient encore récemment à les considérer comme sensibles. Mais Kerschner, qui les a découvertes (1888), les tenait déjà pour motrices, et la plupart des recherches récentes sont venues à nouveau plaider en faveur de ce rôle. Cipollone (1898) apporte ce premier fait décisif : souvent une fibre nerveuse à myéline se bifurque, et fournit par une de ses branches une plaque motrice indiscutable à une fibre musculaire ordinaire, et par l'autre une terminaison en plaque à une fibre musculaire fusale (Lézard). Mais la démonstration peut être encore plus éclatante. Ruffini montra, en 1900 et 1901, que, chez l'homme même, certaines fines fibres sans myéline peuvent se détacher des véritables plaques motrices, et se terminer plus loin dans le muscle d'une façon encore inconnue. On appela ces fines fibres les *fibrilles ultra-terminales* de Ruffini. Or, Fusari² (1901), dans les muscles de l'Ammocète, dit que les fibrilles ultra-terminales sont des collatérales motrices. Et Perroncito (1901 à 1903) démontra que les fines fibres aboutissant aux plaques terminales des fuseaux, chez les Lacertiens, sont ordinairement aussi des rameaux collatéraux des fibres motrices ordinaires, se détachant soit d'un étranglement annulaire voisin de la plaque, soit des rameaux mêmes

d'une plaque motrice; elles constituent en ce cas des fibrilles ultra-terminales de Ruffini. Enfin, Cipollone a encore prouvé expérimentalement la nature de ces plaques. Par la compression temporaire de l'aorte abdominale (chez le Lapin), qui détermine la nécrose de la substance grise de la moelle lombaire en laissant les ganglions rachidiens intacts, il a vu les terminaisons en plaques des fuseaux et leurs fibres afférentes dégénérer comme les plaques motrices communes (cinquième au dixième jour), tandis que les autres fibres du fuseau (dispositif nerveux sensitif) restaient intactes. Les premières représentent donc bien les terminaisons motrices; il serait, d'ailleurs, singulier que seules les fibres fusales en fussent dépourvues. Les fibres ultra-terminales peuvent probablement jouer encore d'autres rôles. C'est ainsi que Ceccherelli³, dans les muscles de la langue, vient de décrire, en connexion avec elles, un réseau très délicat de fibres sans myéline, entre les éléments musculaires.

Notons, pour finir, le travail de Gregor², qui étudia la répartition des fuseaux neuro-musculaires chez le fœtus humain. C'est seulement dans le digastrique et les petits muscles du larynx qu'il n'a pu en trouver. Dans tous les autres muscles qu'il a examinés, les fuseaux étaient nombreux, mais plus ou moins abondants, pourtant, selon les régions. Mentionnons, par exemple, les chiffres de 362 pour le biceps brachial (long chef), 660 pour le triceps. On sait, d'après Christamanos et Strössner (1891), que le nombre absolu des fuseaux dans un muscle paraît rester invariable depuis le milieu de la vie intra-utérine. S'ils apparaissent plus tard moins abondants dans un champ donné, cela est dû à l'augmentation du nombre et surtout du diamètre des fibres musculaires interposées. Les chiffres de Gregor semblent donc être valables pour l'adulte, si toutefois on tient compte de l'existence avérée de variations individuelles. Kühne (1863) avait estimé le nombre des fuseaux à 1 % de fibres musculaires (Souris); mais Félix (1887) n'en avait compté que 69 dans le biceps brachial d'un fœtus humain. Huber³ (1902) en a trouvé de 60 à 100 dans chacun des six premiers espaces intercostaux du Chat (muscles intercostaux externe et interne).

E. Laguesse,

Professeur d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

¹ La plupart des auteurs, contrairement à Ruffini, considèrent ces « anneaux de Ruffini » comme n'étant pas de véritables anneaux, mais simplement l'expression optique de tours de spire très rapprochés.

² FUSARI : Présentation de préparation. *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, Lyon, 1901.

¹ CECCHERELLI : Sulle piastrine motrici e sulle fibrille ultra-terminali. *Archivio ital. di Anat.*, t. L, 1903.

² A. GREGOR : Ueber die Verteilung der Muskelspindeln. *Archiv für Anat., und Phys., An. Abth.*, 1904.

³ HUBER : Neuromuscular Spindles. *Proceed. Assoc. american Anat. Americ. Journal Anat.*, t. I, 1902.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Vallier (E.), *Correspondant de l'Institut.* — Note sur la **Dynamique de l'Aéroplane.** — 1 vol. in-4 avec figures. (Prix : 3 fr. 50.) V^e Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1905.

La question de l'aviation par des appareils plus lourds que l'air semble sortir peu à peu du domaine de l'utopie, à mesure que les moteurs se perfectionnent et deviennent plus légers; mais, si déjà quelques personnes ont amorcé, pour ainsi dire, l'étude expérimentale de ce difficile problème, par des recherches limitées d'ailleurs à l'aéroplane simple, il faut reconnaître que, jusqu'à présent, le côté théorique a été complètement négligé.

A ne considérer que la constitution d'un appareil de plan et l'agencement de ses organes, c'est là, sans doute, une partie qui ne peut être traitée que par les praticiens; mais ceux-ci seraient exposés à de fâcheux tâtonnements; ils courraient le risque de s'engager dans des voies sans issue, si, d'autre part, n'étaient pas élucidées, dès le principe, les questions relatives aux liaisons qui doivent assurer la stabilité de l'ensemble, à la résistance que l'appareil peut opposer aux coups de vent sans dimensions trop grandes et sans poids exagérés, et surtout à l'évaluation des puissances que nécessite la marche du navire aérien.

Ce sont là précisément des questions qui ressortissent à la Mécanique appliquée. Elles ont été rarement et insuffisamment traitées jusqu'ici, — dans leur ensemble tout au moins, — et l'on saura gré à M. Vallier d'en avoir abordé l'examen avec beaucoup de sagacité et sa science coutumière. Les ingénieurs trouveront dans son travail une base solide pour leurs études futures.

Après avoir exposé les lois physiques qui dominent la discussion, l'auteur envisage le cas d'un aéronef à plateau moteur agissant verticalement, sans examiner la manière dont l'énergie ainsi produite serait transmise au système.

Il tire de ce cas théorique, et avec le minimum de calculs algébriques, car toute la discussion a reposé sur l'étude d'une équation du troisième degré, des formules qui ont été appliquées, par la suite, à tous les problèmes qui se présentent successivement, à l'aide de changements très simples dans les variables et les paramètres considérés. Il résulte de cette étude que la multiplication des plateaux, figurant ici les appareils de sustentation, ne semble devoir être qu'une source de déperditions et de complications, à laquelle il ne faudrait recourir que dans des cas exceptionnels.

Des formules ainsi établies, M. Vallier déduit la théorie de l'hélicoptère, où la nacelle chargée est soutenue par un jeu d'hélices à axe vertical. L'application aux résultats connus de l'hélice du *Méditerranéen* a conduit à déterminer les constantes qui permettront d'aborder les applications ultérieures.

La deuxième partie de l'ouvrage contient l'examen de l'aéroplane, uniquement soutenu par l'action des moteurs transportés à son bord. On y trouvera élucidées les questions relatives à la marche, à l'énergie propulsive nécessaire, au rapport qui doit exister entre les organes de l'aéroplane proprement dit (ailes sustentatrices) et ceux de l'hélice propulsive. L'auteur met en garde contre l'erreur souvent commise lorsqu'on oublie de tenir compte de la vitesse d'entraînement de l'appareil dans l'appréciation de la vitesse effective de l'hélice propulsive, et il arrive à cette conclusion assez

neuve que les grandes vitesses de translation, qui sembleraient devoir aisément résoudre le problème, sont, au contraire, à redouter comme exigeant des énergies exagérées.

Les équations définitives du régime de l'appareil permettent de constater que, dans l'état actuel de l'industrie, un tel aéronef ne saurait être réalisé pratiquement.

Il semble, au contraire, que la solution doit être cherchée dans un aéroplane mixte, dérivé du dirigeable actuel, dont il ne différera que par la substitution d'un dispositif d'hélicoptère au ballon sustentateur.

Enfin, ce ne sera peut-être là qu'un acheminement vers l'appareil à hélice inclinée, remplaçant le double jeu d'hélices horizontales et verticales, spécialisées dans leur rôle de sustentation et de propulsion, ce dernier type n'étant considéré que comme un modèle de transition; mais la réalisation de l'appareil à hélice inclinée nécessitera sans doute de longues recherches avant qu'on ait résolu toutes les questions d'assemblages qu'elle soulève.

Quelle que soit, d'ailleurs, la solution de l'avenir, l'ouvrage de M. Vallier a le mérite de poser nettement le problème qui s'y trouve traité avec une rare élégance dans les procédés d'analyse mathématique. Il fournit, dès à présent, aux chercheurs les bases rationnelles d'études nouvelles et des formules permettant de classer les résultats obtenus grâce aux perfectionnements qui seront successivement apportés aux divers organes. A ce titre, il sera utilement consulté par les expérimentateurs pour l'interprétation de leurs essais, par les constructeurs pour l'établissement de leurs projets. Il a surtout le grand mérite d'être la première tentative d'ensemble traitant méthodiquement ce problème difficile.

L.-C^t G. ESPITALIER.

2° Sciences physiques

de Watteville (Charles). — **Spectres de Flamme : Variations spectrales d'ordre thermique.** (Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol. in-8°. Imprimerie Charles Hérissey, Evreux, 1905¹.

On sait qu'on trouve dans la flamme du gaz deux régions principales : le cône intérieur, ou noyau, et la flamme proprement dite qui l'enveloppe. Dans l'étude des spectres de flamme, on s'était borné jusqu'ici à introduire la substance à étudier dans la flamme déjà formée. M. de Watteville a réussi, par d'ingénieux procédés, à photographier jusque dans l'ultra-violet extrême les spectres qui correspondent aux différentes régions de la flamme, dont les divisions au point de vue spectral sont nettement tranchées. Utilisant et perfectionnant un dispositif dont la première idée est due à M. Gouy², il pulvérisait, dans les flammes d'une rampe à gaz de trente petits becs, les solutions salines à étudier, entraînées par un courant d'air comprimé. Les intensités des petites flammes élémentaires s'ajoutent, grâce à la transparence qu'elles ont les unes pour les autres, et l'observation a lieu dans le sens de la longueur du brûleur. Les spectres étudiés ont été ceux de Li, Na, K, Cu, Ag, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Hg, Sn, Pb, Bi, Cr, Fe. Les temps de pose ont été de huit heures en employant un réseau concave, de trois à quatre heures avec le prisme de verre, et de six

¹ Ce travail a paru en grande partie dans les *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, 1904.

² *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5^e série, t. XVIII.

heures avec celui de quartz. M. de Watteville a obtenu ainsi des spectres d'une extrême finesse, dont trois photographiées, en épreuves directes, accompagnent sa thèse. Ses résultats, fort importants et tout à fait nouveaux, peuvent être résumés ainsi : Les spectres de flamme sont considérablement plus riches en raies qu'on ne l'avait observé jusqu'ici, et ils s'étendent fort loin dans l'ultra-violet, où la raie λ 2.199 de l'étain est encore visible. Les divisions de la flamme en régions montrent des séries spectrales de raies différentes; si, par exemple, on projette au moyen d'une lentille une image de la flamme dont la hauteur totale soit inférieure à la fente du spectroscopie, on observe que les spectres des métaux alcalins sont divisés longitudinalement en trois bandes parallèles différenciées au point de vue de leur teneur en raies de séries. Pour le potassium, la région, inférieure correspondant au cône bleu donnera toutes les raies du métal; la bande moyenne limitera par sa partie supérieure les lignes des deux séries secondaires, qui ne seront plus visibles dans la troisième région, formée par les parties les plus hautes de la flamme, où n'apparaîtront que les fortes raies de la série principale. L'auteur a comparé les spectres de flamme à ceux de l'arc et de l'étincelle, et a remarqué que ce sont les raies les plus fortes dans l'arc qui se trouvent dans la flamme. On est, en outre, conduit à rapprocher le spectre de celle-ci du spectre de l'étincelle oscillante sous l'action d'une self-induction. Pour Fe, Ni, Co, les mêmes raies sont communes aux deux spectres, et les raies produites dans la flamme paraissent le prolongement de celles de l'étincelle oscillante photographiées sur la même plaque. De l'ensemble des faits observés, dont je n'ai cité que les plus saillants, M. de Watteville conclut que l'intervention de simples variations thermiques lui semble suffisante pour produire les différences spectrales constatées par lui. Il corrobore ainsi les hypothèses astronomiques de Sir Norman Lockyer, attribuant à une origine thermique les différents spectres des étoiles, qui renferment cependant les mêmes lignes que ceux de nos sources électriques, arc et étincelle. Ce travail a été accompli en majeure partie au laboratoire de M. A. Schuster, à Manchester, et terminé à celui des recherches physiques de M. Lippmann, à la Sorbonne. Il honore aussi bien son auteur que les maîtres éminents qui l'ont encouragé.

A. DE GRAMONT,
Docteur ès sciences.

Kling (André). — *Contribution à l'étude des Alcools cétoniques.* (Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris.) — 1 vol in-8° de 90 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

L'acétol (acétylcarbinol) $\text{CH}_3\text{CO.CH}_2\text{OH}$, premier terme de la série des alcools cétoniques, est un de ces corps particulièrement dignes d'intérêt sur lesquels nous pouvons étudier l'influence mutuelle de deux fonctions différentes. Son étude constitue la partie la plus importante de cette thèse. M. Kling a préparé l'acétol par l'action du formiate de potassium sur l'acétone monochlorée et le traitement du formiate d'acétol obtenu par l'alcool éthylique. Cette méthode diffère de celle de Henry, qui a obtenu l'acétol pour la première fois, en 1872, par l'emploi de l'alcool éthylique au lieu de l'alcool méthylique qui rend beaucoup plus difficile la purification du produit.

L'auteur a découvert, en outre, un autre procédé de formation, très intéressant au point de vue biochimique et fondé sur l'oxydation du propylglycol par la bactérie du sorbose ou le *Mycoderma aceti*.

Des deux fonctions de l'acétol, la fonction alcool est celle qui paraît la plus diminuée par la présence de la fonction acétonique; la vitesse initiale d'éthérisation de cet alcool est, en effet, de l'ordre de celle d'un alcool tertiaire; la fonction cétonique, au contraire, garde toute sa netteté et donne les réactions caractéristiques ordinaires.

L'emploi des méthodes physico-chimiques (conducti-

bilité, viscosité) montre qu'en solution aqueuse l'acétol doit exister à l'état d'hydrate, sans doute combiné à une molécule d'eau, et que, sous cette forme, il se conduit comme un pseudo-acide. Les réactions chimiques, en particulier la réduction, qui donne à la fois de l'acétone (ou de l'alcool isopropylique) et du propylglycol, amènent à la même conclusion.

Cette fonction acide se manifeste, en outre, par l'existence de quelques dérivés métalliques (acétolates de Ca, Ba) et surtout des acétolates alcooliques, dont l'un, celui de méthyle, présente la propriété remarquable de n'exister que sous la forme d'un dimère $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_2$, corps solide, bien cristallisé, fondant à 130° et dans lequel la fonction cétonique est masquée.

Les autres alcools cétoniques préparés par l'auteur, propionylcarbinol $\text{C}_2\text{H}_5\text{CO.CH}_2\text{OH}$, méthylacétylcarbinol ou méthylacétol $\text{CH}_3\text{CO.CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ et benzylcarbinol $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO.CH}_2\text{OH}$, présentent aussi en solution une forme *aci* et se conduisent comme des pseudo-acides.

L'ensemble de ces faits montre l'intérêt du sujet traité; l'emploi simultané des méthodes chimiques et physico-chimiques donnera certainement des résultats intéressants dans les études ultérieures que M. Kling se réserve de poursuivre dans cette direction.

C. MARIE,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles

Demangeon (A.). — *La Picardie et les régions voisines : Artois, Cambrésis, Beauvaisis.* — 1 vol. in-8° de iv-496 pages avec 42 figures, cartes et schémas, 17 planches photographiques, 3 planches-cartes. (Prix : 12 fr.) Librairie Armand Colin. Paris, 1905.

Il est impossible de résumer en quelques lignes le travail que M. A. Demangeon a présenté comme thèse de doctorat à la Faculté des Lettres de l'Université de Paris. Ce travail constitue, en effet, une étude géographique extrêmement complète et la plus approfondie qui ait été écrite sur la plaine picarde, c'est-à-dire sur la région crayeuse et limoneuse qui s'étend entre la Manche et l'Oise d'une part, le Pays de Bray et la Flandre de l'autre.

Si, au premier abord, cette région « ouverte à tout venant » apparaît comme le type de la région monotone, en lisant cet intéressant ouvrage, l'on s'aperçoit bien vite qu'elle constitue une personnalité géographique, fondée sur l'unité de sa nature physique (craie et limon), et que l'œuvre de ses habitants n'a fait qu'accentuer et consolider.

Sur toute cette région, que l'auteur limite tout d'abord en montrant les transitions et les différences qu'elle présente avec les régions voisines : Pays de Bray, Bassin de Paris, Thiérache, pays minier, c'est la craie qui constitue, qu'elle soit Turonienne ou Sénonienne, l'élément fondamental de la géographie physique.

Un chapitre est consacré à l'histoire géologique de la région, à la formation de la Manche, aux plissements de la craie, au rôle de ces plissements et des diaclases de la craie sur le réseau hydrographique, et montre que, dans les plaines comme dans les montagnes, l'aspect de la surface est un écho des phénomènes de profondeur.

Dans l'étude des matériaux du sol — c'est-à-dire de la craie, avec son uniformité minéralogique, des formes de relief auxquelles elle donne naissance, en particulier de ces curieux « rideaux », ressauts brusques coupant les pentes régulières des versants, et dont l'origine, très discutée, serait due à des glissements le long de diaclases et à la culture, ce qui nous paraît très vraisemblable, des matériaux utiles qu'elle fournit pierres de construction, pierres à chaux, amendements, phosphates dont l'exploitation a laissé appauvris et dépeuplés les cantons qu'elle a momentanément enrichis, dans celle de l'argile à silex, des dépôts tertiaires, et enfin des limons, — M. Demangeon a su éviter

— avec raison, à notre avis — les détails par trop géologiques et les difficultés que suggère encore l'étude approfondie de la plupart de ces formations, pour insister, au contraire, sur les caractères géographiques et économiques, comme les paysages de craie, d'argile à silex, l'intérêt anthropographique des lambeaux tertiaires, la valeur agricole du limon (limon supérieur de M. Ladrière, c'est-à-dire terre à brique et gergeron).

Sur le climat, l'auteur, en étudiant toute la région comprise entre le littoral à l'Ouest, Paris et le pied de l'Ardenne d'autre part, montre que, si le climat est plus doux sur la côte en hiver, le printemps et l'été sont beaucoup plus chauds à l'intérieur du pays, dont la moyenne annuelle est supérieure à celle de la côte. Les cartes de la répartition des pluies montrent, outre l'influence du relief, un changement curieux du maximum des pluies : octobre pour la côte, juillet pour les confins de l'Ardenne.

L'hydrographie était particulièrement intéressante à étudier dans cette région, et l'auteur s'y est appliqué dans deux chapitres. Nous aurions aimé voir, en particulier, beaucoup plus complète, et poursuivie jusqu'à la Manche, l'étude de la vallée de la Somme, si suggestive au point de vue du mode de formation des vallées d'érosion. L'hydrologie de la craie est traitée en détail, à la fois au point de vue de la perméabilité de la craie fissurée, des variations des nappes aquifères qui alimentent les puits des plateaux crayeux indispensables pour l'homme et ses animaux, des sources, du débit des rivières. A côté des variations saisonnières et probablement climatologiques de la nappe aquifère, les sources tendent à émigrer vers l'aval; les vallées sèches, dont les plus anciennes seraient dues, d'après l'auteur, à un mouvement d'exhaussement du sol, s'accroissent au détriment des vallées humides : la nappe aquifère tend, en effet, à s'enfoncer, par suite même de la circulation de l'eau à l'intérieur des diaclases de la craie, du déboisement, de la suppression des jachères et aussi de la culture intensive à laquelle est soumise toute la région. Les rapports de l'hydrographie et du milieu humain ont été et restent toujours de la plus haute importance : sur les plateaux, le besoin d'eau explique les mares, les citernes, les forages profonds de 80 mètres et plus; ces derniers, fort coûteux, nécessitent des groupements collectifs ou des besoins industriels. Dans les vallées se trouvent les tourbières, les hortillonnages, les biens communaux, les moulins et les usines attirés par les avantages d'une force hydraulique, toujours insuffisante pour les grands établissements, mais facile à régler, toujours disponible et sensiblement constante.

Un chapitre spécial est consacré à l'étude de la côte des Bas-Champs, des estuaires de la Somme, de la Canche et de l'Authie et aux modifications qu'a subies, depuis les époques historiques les plus reculées, le littoral de la Manche de cette région avec son ancienne falaise, ses cordons littoraux, ses dunes et ses polders. L'homme a réussi à lutter contre les invasions de la mer et des sables, mais a été moins heureux dans la conservation des débouchés maritimes que représentaient, il n'y a pas encore très longtemps, ces baies aujourd'hui ensablées.

La seconde partie de l'ouvrage est entièrement consacrée à la géographie économique et humaine. L'homme a profondément modifié, sinon transformé, la plaine picarde, faisant disparaître pour ainsi dire, avec les bois et les jachères, toute plante sauvage, créant ou, au contraire, asséchant des marais, changeant même, avec la culture, depuis l'époque gauloise, le sol lui-même. Il n'en résulte pas moins, jusque dans la marche actuelle des faits économiques (agriculture, industrie, commerce), la persistance des conditions primitives du sol qui ont fait jouer, dès l'origine, à la plaine picarde « le rôle d'une région nourricière ». Le blé d'abord, puis les cultures industrielles intensives, aujourd'hui localisées dans les régions à couverture de

limon, plus récemment l'élevage, de plus en plus développé dans les régions biefieuses de l'Ouest et vers la bordure de la plaine picarde, ont, de tout temps, été les caractéristiques de la Picardie et de son sol. Les industries textiles (laine, lin) ont aussi été fondées sur les produits locaux, mais n'ont pas cessé de se modifier sous l'influence des conditions extérieures changeantes et de la présence, au Sud et au Nord, de puissants centres commerciaux et industriels.

Les industries campagnardes n'ont pas encore complètement disparu dans le Vimeu, le Santerre et le Cambrésis. Elles occupent les habitants l'hiver, tandis que, pendant la belle saison, quelques-uns, surtout dans le Cambrésis, émigrent temporairement pour se livrer aux travaux des champs, parfois jusqu'aux environs de Paris. La décroissance de ces industries explique cependant l'exode du paysan, privé de leurs ressources, vers la mine ou vers les grands centres industriels. Ce sont les jeunes qui s'en vont vers la ville; et les villages, où la population et le nombre des naissances diminuent forcément, ne sont plus habités que par des vieillards.

Le développement, surtout depuis le xviii^e siècle, de la propriété paysanne; le morcellement du sol; les établissements humains, depuis la ferme picarde d'un cachet si spécial et beaucoup de hameaux où la population, groupée autour des points d'eau ou attirée par la présence de la bonne terre à blé, se dédouble fréquemment ou s'allonge le long des routes ou près des chemins de fer; et enfin la position des villes, qui ont dû soit sur les hauteurs, soit au milieu des vallées marécageuses, être longtemps des villes-fortresses; la répartition de la population, sont présentés et accompagnés de cartes et d'illustrations qui peignent la contrée sous quelques-uns de ses aspects les plus caractéristiques. Elles permettent au lecteur de se convaincre de plus en plus de la coopération intime et profonde de l'élément naturel et de l'élément humain.

Dans un dernier chapitre, M. Demangeon traite des divisions territoriales : les premiers groupements humains (gaulois et gallo-romains) étaient limités par des forêts, dont quelques noms de lieux ont conservé le souvenir; les divisions du moyen âge, du xviii^e siècle, ne correspondent en réalité à rien de naturel, sauf le Santerre, le Vimeu et le Boulonnais.

L'auteur ne s'est pas contenté de consulter une foule de documents : la bibliographie n'indique pas moins de 592 références; il a parcouru tous les pays dont il nous donne des descriptions vivantes et vécues, portant toutes leur cachet bien personnel. Peut-être reprochera-t-on parfois à M. Demangeon d'avoir voulu donner trop de détails et trop de preuves de la thèse qu'il défend; il n'en reste pas moins, de la lecture de ce travail, malgré la diversité des sujets traités, l'impression d'une méthode sûre et précise et d'un édifice solidement établi. Il est à souhaiter que la méthode de M. Demangeon soit adoptée pour l'étude des autres contrées de la France.

H. DOUXAMI,
Maître de Conférences de Géologie
à l'Université de Lille.

Beauverie (J.), *Chargé d'un cours de Botanique appliquée à la Faculté des Sciences de Lyon.* — **Le Bois** (avec une préface de M. DAUBRÉE, Directeur général des Eaux et Forêts au Ministère de l'Agriculture) — 2 vol. grand in-8° de 1400 pages, avec 185 figures, dont 16 planches dans le texte. (Prix : 20 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

Si le fer et l'acier paraissent avoir détrôné le bois dans un grand nombre d'applications, il ne faut pas perdre de vue que de nouveaux débouchés, d'une incontestable importance, s'ouvrent petit à petit devant l'industrie forestière et lui assurent une longue ère de vitalité. Pour justifier la publication de son ouvrage, M. Beauverie n'aurait eu qu'à faire de son dernier chapitre, en guise de préface, un résumé magistral et suggestif.

L'extension de jour en jour plus grande des chemins de fer et des lignes télégraphiques et téléphoniques nécessite l'emploi d'un nombre incalculable de traverses et de poteaux dont la durée est limitée et qu'il faut remplacer périodiquement. Le pavage en bois se substitue peu à peu, dans la plupart de nos grandes villes, au pavage en pierre. Dans les mines, des galeries interminables sont soutenues par des étais en bois. L'industrie de l'ameublement, si prospère et actuellement si artistique, demande des bois variés. Enfin, c'est encore le bois de nos forêts qui fournit la matière première de ces papiers de médiocre qualité, mais de si bas prix, qui ont permis à la presse quotidienne de prendre un essor exceptionnel. En somme, le bois n'est détrôné qu'en apparence; dans la réalité, il n'en faut pas moins qu'autrefois; mais les applications ne sont plus les mêmes.

Empressons-nous d'ajouter que l'étude des bois prend chez nous une importance exceptionnelle par un double fait : d'abord, notre pays porte de magnifiques forêts et tout le monde sait que la sylviculture a toujours été en honneur chez nous; mais, en outre, la France possède d'immenses colonies dont les richesses forestières sont bien loin d'être entièrement connues et sont dans tous les cas incontestables.

A ces divers titres, un ouvrage général sur les bois ne peut être que d'une très grande utilité en France et dans les colonies. Il convient donc de louer M. Beauverie d'avoir entrepris un travail de cette importance et de l'avoir traité sans empiéter par trop sur les questions diverses qui s'y rattachent.

L'ouvrage comprend deux volumes, qui forment deux parties assez nettement distinctes. Les trois premiers chapitres du premier volume sont consacrés à l'étude anatomique des bois et ensuite à leurs caractères physiques et chimiques. Les trois chapitres suivants traitent de l'aménagement des forêts, de l'abatage, du débit et du commerce des bois. Dans les chapitres suivants, l'auteur étudie les altérations des bois sur pied et des bois abattus par des causes diverses, mais surtout par les cryptogames et les insectes. Il est ainsi amené tout naturellement à passer en revue les divers procédés préconisés pour empêcher ou retarder l'altération des bois et assurer leur conservation.

Le deuxième volume est consacré à l'étude spéciale des bois indigènes ou exotiques utilisés par l'industrie. L'auteur, adoptant une classification assez artificielle, les passe en revue successivement en indiquant leurs caractères essentiels; il examine ensuite leur production dans les divers pays et surtout dans les colonies françaises, puis il donne une idée du commerce qu'ils alimentent. Le volume se termine, comme nous l'avons déjà dit, par un chapitre assez étendu sur les usages divers des bois.

L'auteur a malheureusement accordé, selon nous, une trop faible importance à l'étude micrographique des bois. Il existe déjà, en ce moment, un certain nombre de travaux qui pourraient être mis à contribution, à défaut de recherches personnelles. En outre, les notices écrites pour les expositions universelles ou autres ne sont peut-être pas toujours des sources d'informations suffisamment autorisées et, pour la Nouvelle-Calédonie par exemple, l'ouvrage si documenté du général Sébert pouvait être consulté avec plus de fruit que la Notice écrite en 1900 par l'Union agricole calédonienne.

Ces quelques réserves formulées, nous nous plaignons à reconnaître que M. Beauverie s'est efforcé de faire œuvre utile et que les lecteurs, commerçants, industriels et coloniaux, trouveront dans son travail une ample moisson de renseignements intéressants.

HENRI LECOMTE,
Professeur au Lycée Saint-Louis.

Belzung (Er.), *Docteur ès sciences, Professeur au Lycée Charlemagne. — Leçons de Zoologie (pour la classe de 3^e B).* — 1 vol. in-12 de 380 pages, avec 332 fig. (Prix : 2 fr. 50). F. Alcan, éditeur, Paris, 1906.

4^e Sciences médicales

Mignot (D^r F.). — *Le Péril vénérien et la Prophylaxie des Maladies vénériennes.* — 1 vol. in-8^o de 232 pages. (Prix : 3 fr. 50.) O. Doin, Paris, 1905.

Comme pour la tuberculose, on a cru bien faire en initiant franchement le public aux dangers du péril vénérien, aux conséquences proches et lointaines de la contamination blennorragique, chancreuse et syphilitique. On l'a fait et on continue de le faire dans l'idée d'arrêter, de cette façon les ravages de l'avarie et d'insuffler un peu de « vertu » à ceux qui en manquent. La crainte de la maladie n'est-elle pas le commencement de la sagesse?

Le livre de M. Mignot est écrit dans ce but. Comme il ne s'adresse pas aux médecins, la partie médicale proprement dite, les méfaits cliniques et anatomiques du gonocoque et du spirille de Schaudinn, de la blennorragie et de la syphilis, y tiennent une place modeste. En revanche, l'auteur s'étend beaucoup sur la prostitution et les prostituées dans le passé et le présent, tant en France qu'à l'Étranger.

M. Malherbe, qui a écrit une préface au livre de M. Mignot, est convaincu que ce livre instruira le père de famille soucieux de protéger ses enfants contre le danger vénérien, l'éducateur de la jeunesse désirent ne pas lancer dans le monde le jeune sujet sans défense « contre les terribles embûches que le jeu d'amour lui tend », l'homme, enfin, qui compromet sa santé parce qu'il méconnaît l'étendue du péril qui le menace.

Seulement est-il permis d'espérer que la connaissance du péril suffit pour assagir l'individu et lui faire fuir le danger? M. Mignot en doute — en quoi il a parfaitement raison — et cite à l'appui le cas des étudiants en médecine qui, parfaitement au courant du péril vénérien, n'en sont pas moins fortement éprouvés.

C'est pourquoi M. Mignot estime que le péril vénérien doit être combattu par l'instruction répandue à profusion, par les notions d'hygiène et de morale mises à la portée de tous, par le mariage précoce, par la réforme complète de l'éducation apprenant aux jeunes gens et jeunes filles à se respecter mutuellement, etc. Il pense qu'il faudrait encore lutter contre la prostitution en poursuivant la prophylaxie, en multipliant les œuvres d'aide et de secours matériel et moral, etc. Et encore, comme le dit M. Mignot, tout cela pourrait bien venir se briser contre un mobile aveugle et impérieux : l'instinct sexuel.

D^r R. ROMME,
Préparateur à la Faculté de Médecine.

Yverf (D^r A.), *Médecin principal de l'armée en retraite. — Les Applications médico-chirurgicales de l'Adrénaline.* — 1 vol. in-8^o de 328 pages. (Prix : 3 fr.) Félix Alcan, éditeur, Paris, 1905.

L'auteur a collationné, analysé, groupé la plupart des documents expérimentaux et cliniques publiés sur l'adrénaline depuis le jour où, en 1901, Takamine parvint à extraire des capsules surrénales ce produit éminemment actif; il a constitué ainsi un dossier médico-chirurgical qu'il soumet au public scientifique.

De sa lecture ressort l'impression bien nette :

1^o Que l'adrénaline est vraiment le vaso-constricteur le plus puissant connu jusqu'à ce jour et mérite le nom imagé d'alcaloïde de la bande d'Esmarch, dont l'avait baptisé Lermoyez;

2^o Que les applications externes, locales, tant en chirurgie générale qu'en rhinologie et en ophtalmologie, sont dès maintenant parfaitement réglées;

3^o Qu'en revanche, l'administration interne en médecine générale, dans le traitement des hémorragies en particulier, demeure imprécise, mal réglée, aléatoire, en dépit de succès partiels, mais inconstants.

A signaler l'étude des inconvénients, dangers et contre-indications de la dite substance, des hémorragies secondaires et des accidents bulbo-protubérantiels en particulier.

D^r ALFRED MARTINET.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Novembre 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. M. Fréchet** présente ses recherches sur les ensembles de courbes continues. — **M. H. Lebesgue** montre qu'il peut exister des fonctions continues dont les séries de Fourier convergent partout sans être pour cela uniformément convergentes partout. — **M. E. Taffoureau** calcule le coefficient d'utilisation des hélicoptères, c'est-à-dire le rapport entre le poids utile et la poussée. — **M. Ch. André** a observé l'éclipse totale de Soleil du 30 août à Tortosa. Il montre que l'étude d'une éclipse par une série de mesures micrométriques peut être considérée comme au moins équivalente, même au seul point de vue de la détermination des contacts extrêmes, à l'observation directe de ces contacts. — **M. Ch. Fabry** a étudié l'intensité lumineuse de la couronne solaire pendant l'éclipse totale du 30 août. L'intensité totale a été trouvée égale à 0,13 lux ou, à très peu près, les trois quarts de celle de la pleine Lune. La lumière de la couronne était d'une teinte identique à celle de la lumière solaire.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. G. Le Cadet** a mesuré l'intensité du champ électrique terrestre et de l'ionisation de l'atmosphère pendant l'éclipse totale de Soleil du 30 août à Tortosa. Le champ s'est rapidement affaibli après le troisième contact, et le minimum absolu s'est produit douze minutes après la totalité. L'ionisation totale paraît s'être affaiblie depuis le commencement jusqu'à une demi-heure environ après la totalité. — **M. L. Malassez** montre la nécessité de définir plus exactement la notion de pouvoir grossissant des objectifs microscopiques. — **M. M. Chanoz** décrit une méthode qui permet, par l'emploi des chaînes liquides symétriques présentant une surface fraîche de contact, de déceler les impuretés des électrolytes ou l'existence d'une dissociation hydrolytique. — **M. Jean Malassez** établit que les corpuscules cathodiques sont bien émis sous la différence de potentiel existant réellement entre la cathode et l'anode, et que c'est à partir de la surface même de la cathode qu'ils reçoivent du champ intense l'énergie cinétique correspondante. — **M. M. Delépine** a constaté que le platine provoque la destruction du sulfate d'ammonium par l'acide sulfurique bouillant; il ne doit, pour cette raison, jamais être utilisé dans la méthode de Kjeldahl. — **M. H. Moissan** a constaté que le cuivre peut être distillé avec facilité au four électrique; lorsque la vapeur est condensée sur un corps froid, on peut obtenir un feutrage de cuivre filiforme présentant toutes les propriétés du cuivre ordinaire. A sa température d'ébullition, le cuivre dissout le graphite et l'abandonne plus ou moins cristallisé par refroidissement. — **M. P. Lebeau** a reconnu que la limite de combinaison du cuivre et du silicium, même en présence d'un excès considérable de ce dernier, n'atteint pas SiCu^2 , mais est voisine de SiCu^3 et correspond à environ 10 % de Si combiné. — **M. G. Baudran** signale un certain nombre de corps qui réagissent sur le gaiacol à la façon d'oxydases, mais en présence d'eau oxygénée : ce sont les chlorates, bromates, iodates, hypochlorites, hypobromites, hypoiodites. — **M. Ch. Moureu** a déterminé la réfraction et la dispersion moléculaires d'un grand nombre de composés à fonction acétylénique. L'exaltation de la réfraction moléculaire croît très notablement à mesure que les radicaux entrant dans les molécules sont plus électronégatifs. La contiguïté immédiate des

groupements négatifs à la liaison acétylénique paraît être la condition de leur influence. — **MM. A. Haller et Padova**, par condensation des aldéhydes benzoïque, anisique et *m*-nitrobenzoïque avec l'anthrone par l'intermédiaire de la pipéridine au sein de la pyridine comme solvant, ont obtenu les benzyldène-, anisylidène- et *m*-nitrobenzyldène-anthrone, F. 126°-127°, 140°,5-141°,5 et 165°,5-166°,5. Ils en concluent que le corps $\text{C}^{10}\text{H}^{10}\text{O}$ est un tautomère, se comportant tantôt comme anthrone, tantôt comme anthranol. — **MM. A. Muntz et E. Lainé** montrent qu'en partant du sulfate d'ammoniaque il est possible d'établir des nitrères à action beaucoup plus rapide et à production beaucoup plus intensive que les nitrères en usage autrefois. Un terreau bien consommé, additionné de 1 % de sulfate d'ammoniaque, a produit par kilogramme et par vingt-quatre heures 0 gr. 63 de salpêtre, soit 1.250.000 kilogrammes pour une année sur un hectare avec une couche de 50 centimètres d'épaisseur. — **M. G. Malfitano** montre que les sels intimement liés aux albuminoïdes et aux matières diastasiques ont une influence favorisante sur la protéolyse. — **M. C. Delezenne** a constaté que l'activation du suc pancréatique par les sels de calcium est tout à fait spécifique. Elle ne s'observe pas avec les sels de Sr et Ba. — **M. F. Battelli et M^{lle} L. Stern** ont trouvé que le sulfate ferreux se comporte vis-à-vis de la catalase d'une manière tout à fait analogue à l'anticatalase; celle-ci jouerait donc le rôle d'une peroxydase.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. G. Loisel** : Toxicité du liquide séminal et considérations générales sur la toxicité des produits génitaux (voir p. 1.059). — **M. A. Pizon**, ayant repris les expériences de Piéri sur l'ovulase du sperme d'Oursin, conclut à l'absence bien nette d'un ferment soluble d'origine spermatique qui provoquerait la segmentation de l'œuf et auquel avaient pu faire croire des expériences conduites avec une rigueur insuffisante. — **MM. J. Kunstler et Ch. Gineste** ont étudié les sphérules trophoplasmiques des Infusoires ciliés; chez l'Opaline dimidiata, elles ont un diamètre moyen de 1μ . — **M. Ch. Gravier** a retrouvé dans le golfe de Tadjourah un Annelide polychète, décrit autrefois par M. Vaillant comme Syllidien et comme se reproduisant par bourgeonnement; c'est un type nouveau, que l'auteur nomme *Anisocirrus decipiens*, et les bourgeons ne sont autre chose que les tentacules. — **M. N. de Zograf** a étudié la calotte cervicale chez les *Nauplius* de l'*Artemia salina*; elle présente des anneaux de grandes cellules à réaction nerveuse. — **M^{lle} M. Stefanowska et M. H. Chrétien** ont fait des recherches statistiques sur l'évolution de la taille du lin. — **M. I. Gallaud** a étudié des cafiers de la Nouvelle-Calédonie, atteints d'une maladie, le *koleroga* ou *candellilo*, causée par un champignon, le *Pellicularia koleroga* Cooke. Ce parasite est uniquement superficiel, ce qui permet d'espérer qu'on pourra trouver un traitement efficace sans grand danger pour l'hôte. — **M. Th. Solacolu** a reconnu que les réserves accumulées à la base de la fleur ou dans les parties voisines, pour servir au développement normal du pistil après la fécondation, sont utilisées dans certaines espèces, même lorsque la fécondation n'a pas lieu, à la production du fruit parthénocarpique. — **M. A. Michel-Lévy** a constaté qu'il existe, à l'île Pitcairn et à l'île Mangareva, deux séries de roches basaltiques : une plus acide, formée de basaltes andésitiques, passant à des andésites à olivine et à des tachylites; une autre plus basique, composée de basaltes labradoriques. — **M. Ph. Negris** estime que l'émersion crétaécée en Grèce est subordonnée à un plissement N. E. dont les

plis se seraient moulés sur les plis hercyniens découverts par M. Deprat en Eubée. Avec les plis créacés ont interféré, plus tard, les plis pyrénéens, puis les plis pindiques ou alpins, qui ont compliqué énormément la tectonique de la région. — M. P. Termier a reconnu que toute la province de Santander (Espagne) est un pays de nappes, dont la formation est postérieure au Nummulitique. — M. Deprat déduit, de l'étude des dépôts carbonifères et permien de la feuille de Vico (Corse), que, pendant le Carbonifère, ont eu lieu en Corse de puissantes éruptions donnant naissance à d'importantes coulées trachytiques (orthophyres), alternant avec des couches tufacées (tufs orthophyriques). Puis, pendant le Permien, eurent lieu de formidables éruptions donnant naissance à des coulées de rhyolites. — M. de Mecquenem a exploré le gisement de Vertébrés fossiles de Maragha (Perse), dont les espèces sont voisines de celles de Pikermi. Toutefois, l'*Urmitherium Polaki* et le *Rhinoceros Morgani* sont spéciaux à cette faune.

Séance du 4 Décembre 1903.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. Guichard présente ses recherches sur la déformation des quadratiques. — M. E. Belot a appliqué la loi de Bode à la détermination des inclinaisons des équateurs planétaires sur l'écliptique. — M. Ch. Fabry a mesuré l'éclat intrinsèque de la couronne solaire pendant l'éclipse du 30 août avec un photomètre Mascart modifié. Il était de 720 bougies par mètre carré à 5' du bord du Soleil dans la direction de l'équateur, soit 0,28 de l'éclat intrinsèque moyen de la surface lunaire. — M. M. Brillouin montre qu'un électron de forme quelconque, non sphérique, possède cinq coefficients d'inertie distincts, définis très simplement au moyen du potentiel électrocinétique de l'électron.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ch. Nordmann a mesuré l'ionisation positive de l'atmosphère en Algérie au moment de l'éclipse totale du 30 août. La courbe régulièrement ascendante de l'ionographe a commencé à indiquer une dépression progressive 45 minutes après le premier contact, avec un minimum 40 minutes après la totalité, suivi d'un relèvement à la normale 20 minutes après le dernier contact. — M. Houllier montre que les pluies estivales, sans effet apparent sur le débit des sources de plaine, jouent pourtant un rôle indirect : en fournissant aux plantes l'humidité nécessaire, elles empêchent la dessiccation du sol et permettent aux pluies de la saison froide, dont une partie importante n'est plus employée à restituer à la terre son degré normal de saturation, de concourir entièrement à l'alimentation des sources. — MM. Gaetano et Giovanni Platania ont eu l'occasion d'étudier l'état magnétique de blocs de lave formant le mur d'une maison avant et après un coup de foudre. La chute de la foudre a causé une très forte augmentation de l'aimantation, qui était presque nulle à l'origine. — M. G. Charpy a étudié le refroidissement des alliages fer-carbone. La solidification du mélange eutectique cémentite-cristaux mixtes se produit vers 1.150° et non vers 1.050°; la solidification du mélange eutectique graphite-cristaux mixtes se produit à une température légèrement supérieure. Suivant les conditions de refroidissement, on obtient la solidification de l'un ou l'autre de ces mélanges, mais non des deux successivement. — M. Em. Vigouroux a constaté que Si et Al, incapables de se combiner à l'état pur pour former des siliciures d'aluminium, s'unissent souvent, à la faveur d'impuretés apportant un troisième métal, pour donner naissance à des siliciures d'Al et du métal, c'est-à-dire à des silicoaluminures, corps définis et cristallisés. — M. G. Urbain montre que le spectre de phosphorescence ultra-violet observé par Sir W. Crookes en 1899 ne caractérise aucun élément nouveau et que la substance qu'il a appelée victorium est un complexe renfermant du gadolinium. — M. H. Leroux, en appliquant la méthode de Sabatier et Senderens au

naphтол α, a obtenu le décahydro-α-naphтол, F. 62°, donnant par déshydratation l'octohydrure de naphталène A, Eb. 190-191°. — M. H. Hérissey a extrait des feuilles du Laurier-cerise un glucoside cyanhydrique cristallisé, la *prulaurasine*, C¹⁴H¹⁷AzO⁶, F. 120°-122°, [α]_D = -52°,7. Elle est hydrolysée par l'émulsine en HCAz, d-glucose et aldéhyde benzoïque. Elle est isomère de l'amylgdonitrile-glucoside et de la sambunigrine.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. Laveran signale un grand nombre de localités de l'Ouest africain et de l'Etat indépendant du Congo où ont été capturées des tsésés ou autres mouches piquantes. L'abondance de ces insectes est bien en relation avec la fréquence des trypanosomiasés. — M. G. Bohn poursuit l'étude du phototropisme chez les larves de Homard : il provoque, suivant les circonstances, des mouvements divers de répulsion, attraction, roulement et autres rotations, qui ont le caractère de mouvements irrésistibles. — M. P. Marais de Beauchamp décrit l'organe rétro-cérébral de certains Rotifères Ploimides. Il l'a observé dans 5 familles : Euchlaninés, Rattulinés, Colurinés, Gastropodinés et Notommatinés. Il est fondamentalement glandulaire et élabore une sécrétion colorable vitalement par le neutralroth. — M. J. Maheu a observé, chez la majorité des espèces connues de *Tinomiscium*, des laticifères inarticulés dans les parenchymes, qui s'anastomosent par disparition des membranes transversales venues en contact et qui contiennent une forte proportion de caoutchouc. — M. P. Termier montre que toute la série sédimentaire du pays basque, depuis le Cristallin du Labourd jusqu'au Crétacé inclusivement, est une nappe venue d'ailleurs et ployée en carapace. — M. E. Noel a constaté que les galets allongés d'un conglomérat ont en un point une direction dominante, normale à la trajectoire des filets liquides en ce point au moment précis de leur arrêt. On peut déduire de ce principe une méthode pour préjuger de la direction du courant qui a amené les galets d'un conglomérat. — M. E. Haug a étudié les fossiles dévonien de l'Ahenet occidental recueillis par M. N. Villatte. Ils permettent d'affirmer la présence des trois subdivisions principales du système dévonien dans cette région.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 28 Novembre 1903.

M. Gilbert est élu membre titulaire dans la Section de Thérapeutique et Histoire naturelle médicale.

M. Netter présente un Rapport sur la proposition de M. Fernet relative à la mention de l'alcoolisme, de la tuberculose et de la syphilis sur les feuilles de décès. Il recommande l'adoption de cette proposition et l'approbation des modifications déjà effectuées par M. Bertillon dans les feuilles de décès soumises au corps médical hospitalier de Paris. — M. François-Frank présente un Rapport sur un Mémoire de M. Rousseau Saint-Philippe relatif à l'emploi de l'iodeure d'arsenic contre la scrofule et la scrofulo-tuberculose de l'enfant. L'auteur a obtenu, dans plus de 200 cas, de bons effets par l'administration de 10 à 40 gouttes matin et soir d'iodeure d'arsenic pur en solution à 1 %.

Séance du 5 Décembre 1903.

M. Doléris est élu membre titulaire dans la Section d'Accouchements.

M. Chauvel présente un Rapport sur un Mémoire de M. de Font-Réaulx concernant les résultats de l'ablation du cristallin transparent dans la myopie forte. Le bénéfice immédiat de l'opération consiste en une diminution de la réfraction oculaire, un allongement de la vue et un accroissement de l'acuité de vision; par contre, le bénéfice réel pour la vision rapprochée paraît être nul. Quant aux résultats éloignés, il ne paraît pas que la marche progressive de la myopie soit enrayée; tout au plus est-elle ralentie. L'opération est donc

sérieuse, grave même, et ne devra pas être appliquée indistinctement à toutes les myopies. — **M. N. Gréhant** a poursuivi ses recherches sur l'air confiné. Chez le chien, il a obtenu l'arrêt de la respiration et de la circulation dans un air qui ne renfermait plus que 3,3 % d'oxygène, mais qui contenait, en outre, 12 % de CO². — Après discussion, l'Académie adopte la proposition de **M. Fernet** relative à la mention de diverses maladies sur les feuilles de décès.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 2 Décembre 1905.

M. G. Linossier signale des phénomènes d'intoxication chez l'homme, non seulement à la suite de l'ingestion d'œufs plus ou moins altérés, auquel cas l'intoxication est attribuable aux ptomaines de la putréfaction, mais à la suite de la simple ingestion d'œufs de poule parfaitement frais, ce qui confirme l'existence d'une ovotoxine dans l'œuf. — **MM. G. Leven** et **G. Barret** montrent, par la radioscopie, que, dans le pansement au bismuth de l'ulcère gastrique, l'imprégnation totale, même légère, de la muqueuse gastrique n'est pas réalisée. Il y a donc lieu de renoncer à l'emploi des doses massives. — **M. P. Harang** a extrait de l'*Aspergillus niger* une tréhalase qui permet de rechercher et de doser le tréhalose dans les Champignons, en mesurant le pouvoir rotatoire du glucose formé par dédoublement. — **MM. A. Rodet** et **Gala-vielle** ont constaté que le bacille de la phlécole (Timothée-bacille), introduit dans l'organisme du lapin, du cobaye, des Bovidés ou de la chèvre, à l'état de culture pure, est susceptible de déterminer des lésions viscérales qui présentent des analogies manifestes avec les lésions tuberculeuses. — **MM. A. Rodet** et **Lagriffoul** ont observé que, pour l'exaltation du bacille d'Eberth par la méthode des passages, les « passages directs », utilisant comme matière infectante les exsudats péritonéaux eux-mêmes, constituent la méthode de choix. — **M. A. J. Carlson** a reconnu que le courant moteur passe huit à dix fois plus lentement à travers les plexus nerveux du cœur qu'à travers les nerfs des muscles périphériques. — **M. J. Laurent** essaie de concilier les résultats des expériences de Klebs et de Blaringhem relativement à l'influence des traumatismes sur certaines plantes en montrant que, dans les expériences de ces deux auteurs, le milieu intérieur de la plante varie dans le même sens. — **M. Ch. Féré** a étudié l'influence de l'orientation sur l'activité : vers le sud, le travail est plus faible, vers le nord plus grand, et encore plus intense vers l'est et surtout vers l'ouest. — **M. G. Bohn** a reconnu que très fréquemment les Arthropodes s'orientent par rapport à la distribution topographique des taches d'ombre et de lumière à la surface de leurs yeux ; plus la surface de l'œil est étendue et immobile, plus les rotations s'accomplissent avec rapidité et sûreté. — **M. A. Policard** a constaté que la striation basale des cellules du canalicule contourné du rein des Mammifères est due à l'existence de filaments basophiles, individualisés dans le cytoplasma et tous parallèles entre eux. — **M. G. Marcano** considère les lésions des polypes muqueux des fosses nasales comme déterminées par un processus unique d'œdème inflammatoire, quelquefois accompagné d'hyperplasie glandulaire et se terminant par une sclérose interstitielle éléphantiasique, rarement par une formation myxomateuse. — **M. J. Darier** conclut des recherches précédentes que l'existence du myxome vrai est très discutable à la peau, et que les tumeurs molles et gélatineuses qu'on y rencontre sont d'ordinaire des éléphantiasis partiels. — **M. L. Jouhaud** montre que l'action des solutions aqueuses de sublimé sur le sang porte non sur l'hémoglobine, mais sur le stroma globulaire, qui emprisonne l'hémoglobine dans ses mailles. — **M. H. Hérissey** : Sur la prulaurasine (voir p. 1115). — **M. P. Wintrebert** a étudié l'ordre d'apparition des orteils et le premier développement

des membres chez les Anoures ; aux deux extrémités, la prévalence, dans l'ontogénèse comme pendant la vie, appartient à la quatrième digitation. — Le même auteur a observé qu'après ablation des centres médullaires chez les larves de *Rana viridis*, la régression de la queue se produit néanmoins ; mais les membres postérieurs sont gravement atteints. — **M. F. Battelli** et **M^{lle} L. Stern** ont constaté que l'anticatalase agit comme une peroxydase : elle active le peroxyde d'hydrogène au même titre que l'hémoglobine.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 1^{er} Décembre 1905.

M. Pierre Weiss adresse une Note sur les propriétés des contacts imparfaits, à propos des travaux de **MM. Fisch, Schneider** et **Blanc**. — **M. Maurice Leblanc** présente une nouvelle machine frigorifique. Cette machine est destinée à refroidir un courant d'eau naturelle ou salée. Le froid y est produit par l'évaporation partielle dans le vide de l'eau à refroidir, comme dans la machine Carré. Mais alors que, dans cette dernière, la vapeur d'eau produite par l'évaporation est absorbée par de l'acide sulfurique concentré, l'auteur s'est proposé d'extraire la vapeur, au fur et à mesure de sa production, par des moyens purement physiques. L'énormité des volumes à extraire, due à l'extrême faiblesse de la densité de la vapeur d'eau aux températures inférieures à 0°, prohibait l'emploi de pompes, qui auraient dû avoir un volume démesuré, par rapport à leur puissance, et un rendement illusoire. Il s'est servi d'éjecteurs à vapeur où la vitesse du fluide entraîné atteint environ 1.000 mètres par seconde, ce qui leur permet d'en extraire de très grands volumes sans que leurs dimensions soient exagérées. Les calories prises au courant d'eau sont transportées sur un corps à température aussi basse que possible. Ce corps est, comme dans toutes les machines du même genre, un condenseur refroidi par un autre courant d'eau. La nouvelle machine se compose, en définitive, d'une chambre hermétiquement close, dans laquelle le vide est entretenu par un éjecteur à vapeur qui aspire dans cette chambre et refoule dans un condenseur. L'eau à refroidir est introduite à la partie supérieure de cette chambre, où elle pénètre naturellement, sous l'influence du vide. Elle s'évapore partiellement. La partie non évaporée, mais refroidie, est reprise à la partie inférieure par une pompe qui la renvoie dans l'atmosphère. L'étude de cette machine a conduit l'auteur à faire une *théorie du fonctionnement des éjecteurs à vapeur*. La principale cause de mauvais rendement de ces appareils est due à la perte de force vive occasionnée par la rencontre des veines fluides entraînant et entraînée, qui ont des vitesses très différentes. Dans le cas actuel, le poids du fluide entraîné étant toujours plus petit que celui du fluide entraînant, le rendement de l'éjecteur est comparable à celui du système constitué par une machine à vapeur et par un compresseur à piston, tant que la compression peut s'y opérer dans de bonnes conditions. Pour cela, il faut qu'elle soit effectuée le long d'un diffuseur divergent, toutes les fois que la pression initiale est au moins égale à 58 % de la pression finale. Lorsque la pression initiale est plus petite, il faut que le diffuseur soit d'abord convergent, puis divergent. Jusqu'à présent, on n'avait pu se servir de diffuseur convergent-divergent, la compression produite dans la partie convergente étant détruite par une détente consécutive dans la partie divergente. L'auteur n'est parvenu que tout récemment à empêcher la production de ce phénomène et à rendre possible l'utilisation de ces diffuseurs. En se servant de diffuseurs divergents, il a pu obtenir, dans des conditions de rendement très supérieures à celles des machines à ammoniaque, des différences de température de 10°, et, dans des conditions de rendement comparables, des différences de température de 20°, ce qui a permis de fabriquer de la glace. Il s'occupe de la production de diffé-

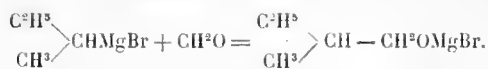
rences de températures supérieures, à l'aide de ses nouveaux diffuseurs, et est parvenu, dès à présent, à obtenir de l'eau salée à -14° , le condenseur étant à la température de $+23^{\circ}$. — M. Le Bel expose la suite de ses expériences destinées à démontrer qu'il peut exister une inégalité entre le *pouvoir émissif* d'un corps et son *pouvoir absorbant* relativement au rayonnement émis par une enceinte de nature différente. Un couple thermo-électrique différentiel a été formé par un fil de platine iridié en forme de U soudé à deux fils de platine protégés par un crayon en terre réfractaire. Sur l'une des pointes de la fourche ainsi constituée, on place un chapeau formé par un petit tube de platine très mince sur lequel on a enroulé du fil de platine de $0^{\text{mm}},03$, le tout pesant jusqu'à 0 gr. 02. L'enceinte est constituée par un tube fermé en platine fondu de 10 millimètres de diamètre et 140 millimètres de longueur, placé dans un tube de cuivre rouge, lequel est chauffé, soit au moyen d'un bain de plomb, soit par le courant électrique. En déplaçant le chapeau d'un point à l'autre, on observe avec l'un et l'autre appareil une déviation du galvanomètre qui commence vers 50° , pour atteindre, entre 350° et 400° , un maximum de 7 millimètres à 10 millimètres suivant le chapeau employé, ce qui correspond à $0^{\circ},10$ ou $0^{\circ},13$. Le phénomène diminue ensuite de $1/3$ environ jusqu'à 500° , mais tend vers une constante; on n'a atteint 800° qu'au bain de plomb. Il diminue encore quand on calcine le chapeau, mais on peut alors chauffer pendant trente-six heures à 600° sans qu'il faiblisse. Les observations faites avec une enceinte plus grande, de 40 millimètres de diamètre (mais avec une gaine de cuivre trop courte), ont confirmé ces résultats; on a pu introduire dans cet appareil un chapeau de 1 gramme et constater que la différence observée est plus forte. On corrigeait l'inégalité de température en retournant le crayon de 180° , et, si l'équilibre est bien réglé, on observe la même différence moyenne, que la fourche soit verticale ou horizontale. Le phénomène diminue quand on prend pour enceinte un tube en argent et quand on fait le chapeau en fil d'or ou en fil d'argent; il se maintient avec du fil de palladium. Si, au contraire, on met une lame de mica à l'intérieur ou à l'extérieur du chapeau, on n'observe plus rien; on n'a pas non plus réussi à observer une différence lorsque le tube formant enceinte était en platine aggloméré, c'est-à-dire pareil au fil mince du chapeau. Du reste, le platine fondu diffère aussi du platine aggloméré par sa dureté et sa malléabilité moindre; il est probablement moins pur que le métal fourni directement par la calcination du chloroplatinate ammonique. L'auteur a aussi constaté que le bloc de granit entouré d'asbeste continue depuis un an et quart à manifester un excédent de $0^{\circ},03$ à $0^{\circ},04$ sur la température de la cave à 20 mètres de profondeur où il se trouve, et ces deux sortes d'observations tendent à confirmer son hypothèse initiale. On peut, sans doute, admettre que le granit participe des propriétés du radium; mais la singulière facilité qu'on éprouve à supprimer le phénomène observé avec le fil de platine mince, soit en modifiant l'enceinte, soit en couvrant le chapeau de mica, ainsi que la faiblesse du phénomène à la température habituelle et son maximum vers 400° , ne paraissent pas établir d'analogie avec les effets de radio-activité qui sont invariables et indépendants des actions extérieures.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 24 Novembre 1905.

MM. A. Trillat et Sauton communiquent les résultats qu'ils ont obtenus dans l'étude du dosage de la matière albuminoïde du lait. Le procédé consiste à utiliser les propriétés que possède l'aldéhyde formique d'insolubiliser les matières albuminoïdes du lait dans des conditions particulièrement favorables pour leur isolement. Les auteurs exposent les essais de contrôle auxquels ils se sont livrés pour faire la vérification de leur mé-

thode. Cette étude fournit l'occasion à M. Trillat de parler des propriétés si remarquables de la caséine insolubilisée par l'aldéhyde formique et des applications industrielles auxquelles elle a donné lieu. — MM. P. Freundler et Diamond décrivent le procédé qui leur a permis de transformer la méthyléthylcétone en alcool amylique racémique $(C^2H^5)(CH^3)CH_2CH_2OH$, avec un rendement de plus de 60 % de la théorie. Cette méthode consiste à réduire la méthyléthylcétone en alcool butylique secondaire par la méthode de M. Sabatier. L'alcool butylique secondaire, traité par le tribromure de phosphore, fournit du bromure de butyle secondaire. Enfin, ce dernier est transformé en organo-magnésien et condensé avec le trioxyméthylène sec :



On obtient en même temps un peu du formal correspondant, $CH^2(OC^2H^5)^2$. La dernière réaction ne donne de bons rendements que si l'on modère la formation de l'organo-magnésien par addition d'une trace de sulfure de carbone. Si l'éther employé est parfaitement pur; il se forme beaucoup plus de butylène et de butane. — M. G. Urbain expose ses dernières recherches sur les terres yttriques. Les terres comprises entre le terbium et l'yttrium appartiennent au groupe holmique. Ces terres, séparées du terbium et de l'yttrium par le fractionnement des éthylsulfates, ne renferment pas trace d'erbium. Le fractionnement des nitrates simples dans l'acide nitrique a permis de séparer ces nitrates en deux groupes. Le premier groupe, nitrates les moins solubles, donne des sels verts, le second groupe donne des sels orangés. A l'étincelle, les terres à sels verts donnent un spectre ultraviolet riche en raies brillantes, parmi lesquelles on peut observer celle de l'élément Δ prévu par Demarçay, ainsi qu'un grand nombre des raies de l'élément X prévu par Exnér. Le spectre visible donne, avec le mode d'excitation de l'étincelle préconisé par M. Lecoq de Boisbaudran, les raies qui caractérisent un élément inconnu qu'il a désigné par $Z\gamma$. A l'absorption, elles donnent les bandes visibles $\lambda = 753, 474, 451, 428$, qui caractérisent, d'après M. Lecoq de Boisbaudran, un élément auquel il a donné le nom de dysprosium. Le spectre de fluorescence des solutions présente uniquement les bandes qui, d'après le même auteur, caractérisent un élément Zx . Enfin, le spectre de phosphorescence obtenu en introduisant environ 1 % de cette terre dans la chaux pure donne, comme bande principale, la bande connue sous le nom de bande citron, que M. Crookes attribue à l'yttrium et M. Lecoq de Boisbaudran à sa terre Zx . Or, la terre de l'auteur, dont le poids atomique est 162, ne renferme pas traces d'yttrium. Son oxyde est sensiblement blanc. 14 fractions consécutives, obtenues après trois ans de fractionnements journaliers, donnent le même spectre d'étincelle, le même spectre d'absorption, les mêmes spectres de phosphorescence, le même poids atomique. Il est probable que cette substance est un élément unique; il est cependant possible qu'elle soit un groupe d'éléments fort voisins. Dans le cas où cette substance serait homogène, il paraît légitime de lui conserver le nom de dysprosium que M. Lecoq de Boisbaudran a donné à la terre encore inconnue qui donne le spectre d'absorption visible. Le spectre ultraviolet d'absorption est fort intense. On y observe les bandes suivantes: de 400 à 394, faible; de 392 à 384,5, très forte; de 381,5 à 377, moyenne; de 368,5 à 361,5, forte; de 355,5 à 345,5, extrêmement forte; de 340 à 336, assez forte; de 329 à 316, extrêmement forte. Quelques bandes de ce spectre empiètent plus ou moins complètement sur les bandes du terbium; l'une d'entre elles, la bande 350, paraît coïncider presque exactement avec la bande correspondante attribuée par M. Urbain au terbium. Cependant, lorsque l'on observe des solutions de terbium et de terres à dysprosium à des concentrations telles que

ces deux bandes aient la même intensité, la bande 368,5-361,5, forte dans les terres à dysprosium, fait complètement défaut dans la terbine. En admettant que la bande 350 dans la terbine est la même que la bande correspondante dans les terres holmiques, il faudrait admettre que cette bande caractérise un élément encore inconnu envahissant toutes les terres comprises entre le gadolinium et l'yttrium. Cette hypothèse est assurément admissible, mais se concilie mal avec la plupart des autres observations faites sur les terres de ce groupe. La bande visible 451, que M. Le-coq de Boisbaudran attribue au dysprosium et appelle α , présente dans les terres à sels orangés ou holmium une anomalie semblable : elle se renforce dans ces dernières. Plusieurs observations donnent à penser qu'il ne faut voir là qu'une coïncidence, qui est d'ailleurs fréquente dans la spectroscopie des terres rares. M. Urbain expose ensuite ses recherches sur la phosphorescence des terres rares. Il a commencé l'étude de la phosphorescence ultraviolette que donnent les terres gadolinifères. On sait que cette phosphorescence a été attribuée par Sir W. Crookes à un élément qu'il a appelé victorium. En diluant une terre gadolinifère dans environ 100 fois son poids de chaux, la phosphorescence ultraviolette révèle au spectrographe le spectre suivant : 3153,5, moyenne ; 3152,3, faible ; 3150,5 et 3149,3, moyennes ; 3147,3, très forte ; 3146,0, faible ; 3144,2, faible ; 3140,0 moyenne. Si une trace d'impureté (victorium) donnait un spectre analogue, mais déjà faible, dans le gadolinium pur, après une pareille dilution dans une terre inerte comme la chaux, la phosphorescence devrait disparaître tout à fait. L'auteur conclut de cette expérience que la phosphorescence décrite appartient en propre au gadolinium.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

Sir A. Noble, poursuivant ses recherches sur les explosifs, a recalculé les températures atteintes avec différentes densités de charge, en se basant sur les valeurs des chaleurs spécifiques des gaz à haute température données récemment par MM. Holborn et Austin. Il arrive à des résultats presque identiques à ceux qu'il avait déjà trouvés, pour la cordite, pour les fortes densités de charge (0,35 à 0,50) ; mais, pour les densités décroissantes, les températures déduites sont bien inférieures aux valeurs déjà trouvées. Des substances diverses, comme le carbone, Pt, Ta, Os et Ti métalliques, placées dans la charge, ont toutes été plus ou moins fondues ou volatilisées pendant la minime fraction de seconde où elles ont été exposées à la chaleur maximum. — M. Th. F. Claxton présente les résultats préliminaires d'un relevé de la déclinaison magnétique aux environs du Royal Alfred Observatory, à l'île Maurice. Des observations, il résulte que la déclinaison normale à l'Observatoire est d'environ 9°45', soit 30' de plus que la valeur obtenue précédemment et employée comme base pour les valeurs publiées depuis 1875. Tout autour, il y a une assez grande variation, les deux valeurs extrêmes observées étant de 11°29' et 7°30' en deux points distants seulement de 180 mètres. — M. F. H. A. Marshall : Sur la fertilité des moutons écossais. L'auteur a constaté qu'une alimentation artificielle appropriée exerce une influence stimulante sur l'activité sécrétoire des ovaires, en causant une maturation plus rapide des follicules de Graaf, qui se déchargent en plus grand nombre dans les premières périodes d'ovulation de la saison sexuelle. — M^{lle} J. E. Lane-Clayton a étudié l'origine et l'évolution des cellules interstitielles de l'ovaire du lapin. Un grand nombre de cellules germinales sont incluses dans le mésoblaste sous-jacent ; le plus grand nombre subissent des transformations jusqu'à un certain stade. Ce stade atteint, elles peuvent passer par les processus nécessaires d'ovogenèse, ou elles peuvent être modifiées pour former soit les cellules folliculaires, soit les cel-

lules interstitielles, ce dernier processus étant le sort principal des cellules situées près de la périphérie, tandis que l'ovogenèse est celui des cellules les plus centrales. Les cellules interstitielles sont donc des œufs potentiels, capables de devenir des œufs si le stimulus approprié est donné. Ce stimulus est donné par la grossesse, période durant laquelle elles subissent un accroissement de dimensions, excédant celui d'un œuf primordial. Vers le vingt-troisième jour environ, quelques-unes des cellules interstitielles sont enlevées près de la périphérie, et elles passent par les transformations nucléaires de l'ovogenèse en devenant de vrais œufs. — MM. F. Keeble et F. W. Gamble : Sur l'isolement de l'organisme infectieux (*Zoochlorella*) du *Convoluta roscoffensis*. Les auteurs ont obtenu la preuve expérimentale que les cellules vertes (*Zoochlorella*) qui apparaissent dans les tissus superficiels de la *Convoluta roscoffensis* (turbellariée) existent dans le corps comme résultat d'une infection. Comme ceux des savants antérieurs (Haberlandt), les essais des auteurs pour cultiver les cellules vertes isolées de l'animal ont échoué. En somme, l'observation amène à la conclusion que les cellules vertes, une fois qu'elles ont pénétré dans le corps de l'animal, perdent tout pouvoir d'une existence séparée. Par conséquent, afin de résoudre le problème de la nature des cellules vertes, les auteurs ont été obligés de l'attaquer par l'autre bout, c'est-à-dire en essayant de découvrir l'organisme avant son entrée dans le corps. D'après leurs observations sur le cours normal de l'apparition des cellules vertes dans les corps des *Convoluta* qui viennent d'éclore, les auteurs furent amenés à penser que l'on découvrirait les précurseurs des cellules vertes sur ou dans les capsules dans lesquelles sont placés les œufs des *Convoluta*. C'est, en effet, le cas. Par l'isolement de ces capsules, on a obtenu des colonies vertes d'un organisme mobile et l'on a prouvé que l'organisme a le pouvoir d'infecter de jeunes *Convoluta* incolores, éclos dans des conditions stériles, et de donner naissance, chez ces animaux, aux cellules vertes identiques à celles qui se produisent chez l'adulte normal. L'organisme infectieux est, dans son état actif, une algue unicellulaire à quatre cils. Il a un unique chloroplaste en forme de bassin, occupant la plus grande partie de la cellule, une tache en forme d'œil, placée excentriquement, et une grande pyrénioïde octogonale à l'extrémité postérieure du corps. Les cellules mobiles se reposent fréquemment et s'entourent elles-mêmes d'une paroi épaisse striée. Elles peuvent aussi, dans cet état de repos, subir une division végétative, donnant lieu à une condition palmellée. Ces caractères indiquent la relation de l'organisme infectieux avec les Chlamydomonadées.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 24 Novembre 1905.

M. A. Russell présente ses recherches sur la résistance diélectrique de l'air. Celle-ci, à une pression barométrique donnée, est généralement déduite des résultats des expériences faites sur les volages disruptifs entre des électrodes métalliques égales placées à une distance donnée. On suppose alors que le champ électrique entourant les deux électrodes juste avant le passage de la décharge disruptive est semblable à celui qui entoure les électrodes aux faibles volages. Schuster a montré que cette hypothèse n'est pas soutenable. L'auteur trouve que, dans certains cas, le diélectrique cède avant que la décharge finale n'ait lieu. Donc les limites des tubes de Faraday ne sont plus les surfaces des électrodes métalliques, mais la limite de cette partie du diélectrique entourant les deux électrodes qui a cessé d'isoler en devenant conductrice. On sait que, pour divers gaz, il y a certaines différences de potentiel minima entre les électrodes pour la production d'une étincelle ; les équations électrostatiques ne rendent pas compte de ce fait. L'auteur suppose que, pour des distances plus fortes qu'un millimètre, quand le voltage

disruptif est V kilovolts, la différence de potentiel efficace entre les extrémités du tube de Faraday qui est soumis à la tension maximum est V_e , ϵ étant le voltage minimum pour la production d'étincelle. Appliquant ces données aux essais de Heydweiller, Steinmetz, etc., l'auteur trouve pour la résistance diélectrique de l'air 38 kilovolts par centimètre carré environ. Cette valeur permettra de calculer la pression critique pour les transmissions électriques aériennes à haute tension. — **MM. H.-A. Wilson et E. Gold** ont déterminé la conductibilité électrique d'une flamme de Bunsen contenant des vapeurs de sels alcalins pour des courants alternatifs d'une fréquence de 7×10^4 à 11×10^5 par seconde. Pour les courants alternatifs rapides, une flamme contenant les vapeurs d'un sel alcalin se comporte comme un milieu isolant de haute capacité inductive spécifique. La conductibilité des vapeurs des divers sels alcalins dans une flamme pour des courants alternatifs rapides, telle qu'elle est mesurée par la capacité apparente d'électrodes de platine immergées dans la flamme, varie comme la racine carrée de la conductibilité des mêmes vapeurs salines pour des courants continus. On en conclut que les ions négatifs de tous les sels ont la même vitesse. La capacité apparente varie presque inversement à la racine carrée de la différence de potentiel maximum appliquée. La capacité apparente est presque indépendante du nombre de vibrations par seconde et de la distance des électrodes. La capacité apparente par centimètre carré de surface des électrodes est égale à $\sqrt{ne/8\pi V_0}$, où n est le nombre d'ions positifs par centimètre cube, e la charge d'un ion et V_0 la différence de potentiel maximum appliquée. — **M. J. Morrow** communique ses recherches sur les vibrations latérales des barreaux chargés et non chargés. Au moyen d'une méthode d'approximation continue, il a pu déterminer les courbes de déplacement élastique et la fréquence des vibrations latérales des barreaux. Les équations générales du problème sont difficiles à manier; mais, pour une position donnée de la charge du barreau concentrée en un point et pour un rapport donné de la masse de la charge à celle du barreau, les expressions qui donnent la fréquence deviennent simples. L'auteur en a calculé les constantes pour un certain nombre de cas particuliers.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 2 Novembre 1905.

M. Ph. Blackman montre que la conductivité moléculaire de Peau peut être représentée par K et calculée par l'équation :

$$\mu_{r_{HX}} + \mu_{r_{M'OH}} - \mu_{r_{M'X}} = K,$$

où $\mu_{r_{HX}}$, $\mu_{r_{M'OH}}$ et $\mu_{r_{M'X}}$ représentent respectivement les conductivités moléculaires, mesurées à la même température et à la même concentration moléculaire v , de l'acide HX , de la base $M'OH$ et du sel $M'X$. — **M. H. O. Jones** montre que les deux iodures d' α - et β -phénylbenzylmethylallylammonium isomères de Wedekind ne sont pas des isomères, mais des composés différents, la substance β étant en réalité un iodure de benzylphényldiméthylammonium. L'activité optique est la seule manifestation possible de l'existence de composés stéréoisomères de l'Az pentavalent du type $AzabcdX$, et, comme on n'a jamais pu la déceler, il s'ensuit qu'il ne se forme pas d'isomères par l'union des amines tertiaires et des iodures d'alkyles. — **M. E. B. R. Prideaux** a préparé, par l'action du fluor sur le sélénium et le tellure, des fluorures gazeux SeF^6 et TeF^6 ; ils sont condensables par le froid en formant des corps blancs de neige. — **M. J. F. Thorpe** a préparé, par des méthodes qui ne laissent aucun doute sur leur constitution, les acides $\alpha\beta$ - et $\beta\gamma$ -diméthylglutaconiques; or, ils ne sont pas isomères, mais identiques; de même, les acides α -méthyl- β -éthylglutaconique et β -méthyl- γ -éthylgluta-

conique sont identiques. Il en résulte que l'acide glutaconique possède une structure symétrique. — **MM. H. Rogerson et J. F. Thorpe**, en faisant réagir le cyanoacétate sur l'acétoacétate d'éthyle, ont obtenu, par hydrolyse, soit des dérivés de l'acide glutaconique, soit des dérivés de la 2:6-dioxypyridine. — **MM. F. V. Darbishire et J. F. Thorpe**, par élimination de HBr de l' α -bromo- β -méthylglutarate d'éthyle, ont obtenu un mélange d'acide β -méthylglutaconique avec son éther éthylique lactonique. Avec l' α -bromo- $\alpha\beta$ -diméthylglutarate, on obtient également, et avec un meilleur rendement, l'acide $\alpha\beta$ -diméthylglutaconique. — **M. J. Wade** a constaté que l'acétate d'éthyle forme des mélanges binaires et ternaires à point d'ébullition minimum avec l'alcool éthylique et l'eau. Le mélange ternaire, qui contient 9 % d'alcool et 8 % d'eau, bout à 70°,3, et les mélanges binaires, qui renferment respectivement 8,6 % d'eau et 30,6 % d'alcool, bouillent à 70°,5 et 71°,8. En préparant les éthers par la méthode de Markownikoff, par distillation continue des acides et alcools en présence d'acide sulfurique, on obtient généralement de ces mélanges ternaires. — **M. E. B. R. Prideaux**, en faisant passer le fluor sur le brome, a obtenu un liquide jaune pâle qui se congèle en un solide blanc fondant à -2° . Il répond à la formule Br^3 et paraît être le seul fluorure de brome défini. — **MM. E. Linder et H. Picton** ont poursuivi leurs recherches sur les solutions et pseudo-solutions. Ils considèrent les précipités qui se forment quand le sulfure d'arsenic est coagulé par les sels métalliques comme des dérivés métalliques d'un sulphydrate complexe : $xAs^2S^3 \cdot H^2S + BaCl^2 = xAs^2S^3 \cdot BaS + 2HCl$. Il doit se produire des phénomènes analogues dans la coagulation de l'hydrate de fer colloïdal. La coloration substantive du sulfure d'arsenic et de l'hydrate de fer colloïdaux par le violet de méthyle et le bleu d'aniline présente des phénomènes analogues à ceux de la coagulation de ces colloïdes par les sels métalliques. — **M. J. E. Purvis** a étudié l'influence de champs électro-magnétiques puissants sur le spectre d'étincelles du ruthénium, du rhodium et du palladium. La plupart des lignes sont divisées en triplets, quelques-unes en doublets ou quadruplets; très peu ne sont pas affectées. La ligne intérieure du triplet est généralement la plus forte. — **M. Ph. W. Robertson** a observé que les alcaloïdes du cinchona forment avec le thiocyanate de Zn et d'Am des composés insolubles caractéristiques. Leur formule est très compliquée : celle du thiocyanate de cinchonine, d'ammonium et de zinc est $4C^{10}H^{23}OAz^2 \cdot 3Zn(CAzS)^2 \cdot 2AzH^3CAzS \cdot 4HCAzS$. Malgré la complexité de ces sels doubles, la détermination de la quantité de thiocyanate enlevée de la solution par les alcaloïdes constitue une méthode volumétrique exacte et rapide pour les doser, en particulier la quinine. — **M. P. S. Barlow** a cherché à déterminer la pression osmotique de solutions de sucre dans les mélanges d'alcool et d'eau. Pour les membranes perméables à l'eau seulement, la valeur de Van't Hoff pour la pression osmotique est fortement diminuée par la présence d'alcool; au-dessous d'une certaine concentration de la solution sucrée, il n'y a plus de manifestation directe de la pression osmotique, l'alcool présent masquant l'effet du sucre. Pour une membrane perméable à l'alcool seulement, la pression est beaucoup moindre que dans le cas précédent, et elle se manifeste très lentement.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 20 Octobre 1905.

MM. S. R. Trotman et J. E. Hackford ont obtenu, en ajoutant de la strychnine ou un de ses sels à une solution contenant de l'acide tannique, un précipité blanc flocculent; son insolubilité est telle qu'on peut déceler

facilement une partie d'acide tannique dans 10.000. Ce composé répond à la formule $C^{21}H^{32}Az^2O^2$. $C^{11}H^{10}O^2$; il a une composition constante, même en présence d'un excès de base. Les auteurs basent sur cette réaction un procédé de dosage des diverses matières tannantes. Ils obtiennent des résultats inférieurs à ceux de la méthode par la poudre de peau, mais il est bien connu que cette substance absorbe des corps autres que l'acide tannique.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 6 Octobre 1905.

M. H. S. Duckworth propose l'emploi du chlore électrolytique, sous forme d'hypochlorite de soude, au blanchiment des fibres textiles, au moyen d'un appareil qu'il décrit. Les avantages de ce procédé sur la méthode habituelle à l'hypochlorite de chaux sont les suivants: 1° pouvoir effectif intense de la liqueur à l'état naissant et grand degré de permanence des blancs obtenus; 2° plus grande résistance et meilleure apparence des tissus blanchis; 3° faible quantité de sels restants dans la fibre.

SECTION DE LONDRES

Séance du 6 Novembre 1905.

M. J. Lewkowitsch présente un exposé général de la question de l'évaporation dans le vide des solutions contenant des solides.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Octobre 1905 (suite).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. A. P. N. Franchimont** présente, aussi au nom de **M. H. Friedmann**: *Les amides des acides α et β -aminopropioniques*. En 1873, **M. Baumstark** a extrait de quelques urines une substance composée de prismes blancs de quelques millimètres de longueur, ressemblant à l'acide hippurique. Elle est facilement soluble dans l'eau bouillante, difficilement dans l'eau froide, insoluble dans l'alcool absolu et l'éther; à 250°, elle ne subit pas de changement. L'analyse menait à la formule $C^8H^6OAz^2$. **Baumstark** l'appelait la diamide de l'acide lactique. **M. Beilstein** la considère comme l'amide de l'acide α -aminopropionique, en y ajoutant un point d'interrogation. Pour lever cette incertitude, **M. Franchimont** a chargé **M. Friedmann** de la préparation des deux amides d'après une méthode capable de mener à des produits purs. Le résultat de **M. Friedmann**, c'est qu'aucun des deux amides en question n'est identique à la substance extraite de l'urine par **Baumstark**. — **M. C. H. Wind** présente: « Publications de circonstance, n° 24-26, publiées par le Conseil permanent international pour l'exploration de la mer, contenant: **A. M. van Rosendaal** et **C. H. Wind**: Prüfung von Strommessern und Strommessungsversuche in der Nordsee (Examen d'instruments pour mesurer la vitesse des courants de la mer et détermination expérimentale de cette vitesse dans la mer du Nord).

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. H. Zwaardemaker**: *Sur la faculté de perception pour les intensités de sons, d'après les expériences de M. A. Deenik*. Communication de recherches concernant le minimum perceptible des sons provenant du diapason et du tuyau d'orgue. Pour donner à l'appréciation personnelle des expériences une valeur réelle, il était nécessaire d'éloigner de l'observateur tout ce qui pouvait détourner son attention. Il s'asseyait donc dans le cabinet spécial du Laboratoire de Physiologie, construit de manière à ne permettre à aucun son étranger d'y pénétrer. Dans la pièce voisine, un électro-aimant imprimait un mouvement d'une certaine amplitude mesurable à un diapason. Deux tubes suffisamment protégés, traversant le mur entre les deux pièces et s'appliquant par les deux bouts aux méats auditifs de l'observateur, peuvent être placés à différents niveaux par rapport au plan des vibrations du diapason, au

moyen d'un dispositif spécial, par un aide, opérant indépendamment. L'auteur conclut de ces expériences que la loi de Weber est valable en général, mais non pas exactement, pour les intensités de son moyennes et faibles qui font l'objet des recherches. Ensuite, un tuyau d'orgue, bien accordé, remplaçant le diapason. Comme dans les expériences précédentes, l'observateur, se trouvant dans le cabinet isolé, écoute, à travers un tube en caoutchouc, les vibrations continues, suscitées dans le tuyau par un courant d'air sec, provenant d'une pompe foulante hydraulique. Une partie du conduit qui amène l'air traverse le cabinet isolé et porte à cet endroit des diaphragmes, ajustables à certains diamètres, permettant à l'observateur de régler la quantité d'air, tandis qu'il peut évaluer par des instruments de mesure, placés en aval dans le cabinet même, la pression et la quantité de l'air qui passe par le tuyau d'orgue. Il résulte de ces expériences que le minimum perceptible le plus favorable se trouve à *do* et que la distinction des sons, à partir de ce point-là, va en décroissant assez régulièrement dans les deux sens. — **M. H. J. Hamburger**: *Une méthode d'évaluation de la pression osmotique de quantités minimales de fluides*. Quelquefois, on est dans la nécessité de déterminer la pression osmotique de quelques fluides normaux ou pathologiques du corps, en ne disposant que de 1/2 ou 1/4 de centimètre cube. C'est ce qui arrive, par exemple, quand on cherche les concentrations favorables des fluides employés dans le traitement clinique de l'œil. Il faut alors se servir de concentrations offrant la même pression osmotique que le milieu naturel de la cornée et de la conjonctive, l'humeur lacrymale. Mais, dans ce cas, la difficulté d'obtenir une quantité un peu considérable de la substance à examiner exclut l'emploi des méthodes ordinaires. **M. Hamburger** communique ici une méthode nouvelle, exempte de cet inconvénient. Elle s'appuie sur le principe connu, que le volume des corpuscules du sang dépend surtout de la pression osmotique de la solution qui les porte; l'application se fait comme suit: On prend un certain nombre d'éprouvettes en forme d'entonnoir, dont le col cylindrique est formé d'un tube capillaire calibré, fermé en bas. Dans une de ces éprouvettes, on met 1/2 c. c. du liquide à examiner et dans les autres 1/2 c. c. de solution de NaCl de diverses concentrations (0,8%, 0,9%, 1%, etc., jusqu'à 1,6%). Ensuite, à chacune de ces quantités de liquide, on ajoute 1/50 c. c. de sang. Après un délai d'une demi-heure, les éprouvettes sont placées dans la machine centrifuge, et l'on continue la centrifugation jusqu'à ce que les sédiments ne varient plus de volume. Alors la pression osmotique cherchée équivaut à celle de la solution de NaCl dont le sédiment de corpuscules du sang égale celui du liquide examiné. Pour l'humeur lacrymale, c'était la solution de NaCl de la concentration 1,4%. Malheureusement, la méthode nouvelle n'est pas si générale que celle de l'abaissement du point de congélation; elle laisse dans l'embaras dans les cas de la bile et de l'urine. Elle rend de bons services dans les cas du sérum du sang, de la lymphe, de l'humeur cérébro-spinale, de l'humeur lacrymale. D'un autre côté, elle est indépendante de la coloration, parce qu'elle ne se base que sur le volume du sédiment des corpuscules du sang. — **M. A. A. W. Hubrecht** présente au nom de **M. E. Fischer** (Freiburg im Breisgau): *Das Primordialeranium von Tarsius spectrum* (Le crâne primordial de *Tarsius spectrum*). Communication provisoire. — Rapport de **MM. K. Martin** et **J. J. van Bemmel** sur le mémoire de **H. G. Jonker** intitulé: *Contributions à la connaissance des pierres erratiques sédimentaires du Hondsrug* (Rev. gén. des Sc., t. XVI, p. 1018). Le travail paraîtra dans les Mémoires de l'Académie. P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant: LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVI DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1905)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Astronomie et Géodésie.

PIDOUX (Justin). — La prochaine éclipse totale de Soleil	665
Les canaux de Mars	837
La situation de la Terre dans l'espace	45
La quadrature mécanique des taches solaires	99
La nouvelle comète à courte période « 1904 e »	189
Le neuvième satellite de Saturne	242
Le sixième satellite de Jupiter	242
La polarisation de la couronne solaire	749
Lunette méridienne photographique	922
Détermination de la constante d'aberration	965
L'orbite du premier satellite d'Uranus	965
Distances moyennes dans le système solaire	1017
Détermination spectrographique de la parallaxe solaire	1017
Les bandes d'ombre pendant les éclipses totales	1018
Les solutions périodiques dans le problème des trois corps	1065
Le dixième satellite de Saturne	1066

Botanique et Agronomie.

CLERGET (P.). — Le problème viticole français	715
GODARD (F.). — La production cotonnière mondiale. Son extension nouvelle	667
MAQUENNE (L.). — L'œuvre agricole de M. P.-P. Dehérain	752
L'hydraulique agricole	495
L'Institut international agricole	631

Chimie.

MARIE (CH.). — L'Electrochimie et les composés oxygénés et hydrogénés de l'azote	590
La décomposition des ciments par l'eau de mer	4
Les déviations pathologiques de la désintégration des albumines : la cystinurie	191
La récupération électrolytique de l'étain des vieux fers blancs	244
La constitution des combinaisons ferro-cyaniques bleues	298
Origine du fibrinogène	355
Détermination de la masse atomique de l'azote	543
Les cafés sans caféine	667
La préparation du fer colloïdal	800
Un nouveau corps radio-actif, le radio-thorium	840
Les phénomènes qui accompagnent la réduction du fer	925
L'emploi du papier comme préservatif du fer et de l'acier contre la rouille	926
L'emploi de l'acide formique en distillerie	926
Piles électriques à l'oxyde de carbone et au carbone	968
La constitution de l'histidine	969
Le chromogène scatolique de l'urine et le pigment qui en dérive	1021
Les colorations iridescentes sur le verre	1067

Distinctions et solennités scientifiques.

OLIVIER (Louis). — Election à l'Académie des Sciences de Paris	629
Les prix Nobel	1
Le prix Bolyai	921

Electricité industrielle.

GRADENWITZ (A.). — La transmission à distance des écritures et des dessins	924
GUARINI (Emile). — Le potentiomètre Crompton	967
Nouvel appareil enregistreur pour la télégraphie sous-marine	47
Nouvelle lampe à vapeur de mercure à l'Exposition de Saint-Louis	100
La nouvelle lampe à incandescence électrique au tantale	143
Un téléphone hygiénique	190
L'éclairage par les lampes Cooper Hewitt	244
Le régime futur de l'électricité à Paris	354
Les courants « opiniâtres »	407
Les arbres comme antennes de télégraphie sans fil	447
Un nouveau type de dynamo	494
Un projet de plateforme roulante à New-York	590
Service radiotélégraphique entre l'Océan Pacifique et l'Atlantique	714
Détermination des qualités magnétiques du fer	839
L'utilisation locale des chutes du Niagara	878
Comparaison des lampes au tantale et des lampes à filament de charbon	968
L'emploi des ondes hertziennes pour le réglage des horloges-étalons	1020
Les régulateurs électriques à faible inertie et à vibration	1020
Recherches sur l'influence de la terre dans la télégraphie sans fil	1066
Lampe de sûreté système Tommasi	1067

Enseignement, Universités et Sociétés.

CLERGET (P.). — L'Institut géographique de Bruxelles	357
HADAMARD (Jacques). — A propos d'enseignement	192
PRENAT (A.). — Création à la Faculté de Médecine de Lyon d'un enseignement spécial pour les candidats à l'Ecole de santé militaire	445
Les progrès de l'enseignement agricole en Belgique	102
Prix proposés par l'Académie des Sciences de Lisbonne. Au Muséum d'histoire naturelle	300, 449, 633
Société de Géographie de Paris	300, 449
Institut de France. Les subventions du legs Debrousse	357
Société de Géographie commerciale de Paris	450
Personnel universitaire	450, 754
Ecole pratique des Hautes-Etudes	450
Ecole nationale supérieure des Mines	498
Statistique des étudiants	498
Une Ecole navale de Commerce en Espagne	498
Académie royale des Sciences de Lisbonne	498
Conseil de l'Université de Paris	546

Ecole de Physique et de Chimie de la Ville de Paris 546
 Société des Amis de l'Université de Paris 546
 Le Congrès de l'Enseignement commercial 592
 Le monument Dehérain-Sanson-Mussat à l'Ecole de Grignon 593
 Premier Congrès fédératif international d'Anatomie 593
 Congrès géologique international 633
 Les docteurs en médecine candidats au doctorat ès-sciences 734
 Bourses de voyage autour du monde 734
 Ecole Polytechnique 800
 Les candidats aux Ecoles militaires 800
 L'organisation des études médicales 841
 L'éducation en Chine 882
 Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques 971
 Le Laboratoire colonial du Muséum d'Histoire naturelle de Paris 1023
 Le nombre des étudiants en Allemagne 1070
 L'Ecole de Marine de Paris 1070

Génie Civil et Mécanique.

CLERGET (P.). — Houille blanche, déboisement et droit de propriété 663
 DEMENGE (Emile). — L'attache des rails aux traverses de chemins de fer 297
 GRADENWITZ (A.). — Les turbines à gaz 334
 MILHAUD (G.). — Matière et mouvement. Bases d'une Mécanique objective opposée à la Mécanique classique 797
 OLIVIER (Louis). — Les nouvelles machines frigorifiques à affinité 100
 WEYHER (C.-L.). — Une question relative au mécanisme des fluides 46
 Les derniers progrès des locomotives à vapeur et électriques 4
 Nouvelles machines frigorifiques à affinité 2
 Un appareil pour diminuer le roulis d'un vaisseau 36
 La transformation des wagons à marchandises 100
 Pendule en acier-nickel entretenu électriquement 141
 Les signaux de chemins de fer et le Block-system automatique 143
 Un appareil pour enregistrer les vibrations des steamers 243
 L'emploi des chaudières à tubes d'eau sur les locomotives 443
 Les explosions de chaudières et le remplacement des moteurs à vapeur par les moteurs à combustion interne 493
 Les wagons de marchandises de grandes dimensions. L'exploitation des mines aux grandes profondeurs 589
 L'extraction et l'utilisation de la tourbe 630
 Les progrès de la surchauffe dans les machines à vapeur 713
 Les locomotives à gazoline 797
 Action du magnétisme sur les chronomètres 837
 Recherches nouvelles sur l'aviation 923
 1018

Géographie et Colonisation.

CLERGET (P.). — Les grands ports français de l'Atlantique 6
 — Les chemins de fer transpyrénéens 445
 — La pénétration économique du Sahara 245
 — La valeur économique du Soudan central 409
 — La Loire navigable et le projet du « Grand central français » 448
 — Le rôle économique du chemin de fer transandin 632
 — La situation économique de Madagascar 841
 — L'Indo-Chine française et ses chemins de fer 881
 — Le port de Paris 927
 — L'Industrie française de la soie devant la concurrence internationale 1069
 REGELSPERGER (G.). — Les travaux scientifiques de la Mission de délimitation du Niger au Tchad (Mission Moll) 716
 — Les travaux de la Mission Maclaud pour la délimitation de la frontière entre la Guinée française, la Casamance et la Guinée portugaise 970
 Le caoutchouc dans l'Afrique occidentale française 336
 L'ivoire au Congo français 498
 La culture du coton dans la vallée du Niger 498
 L'Association caoutchoutière coloniale 545
 La culture du caoutchouc en Afrique 592
 La question de l'eau en Australie 1023

Géologie et Paléontologie.

La géologie du Maroc 752

Mathématiques.

RICHARD (J.). — Les principes des Mathématiques et le problème des ensembles 341
 La somme des angles du triangle et les hyperespaces 441
 La théorie des ensembles 241

Météorologie et Physique du Globe.

Le sondage de l'atmosphère par cerfs-volants 45
 Théorie nouvelle des Séismes 141
 Concours international de prévision du temps 543
 Les ballons-sondes en haute mer 589
 Intéressante installation météorologique 713
 Le concours international de prévision du temps 838
 La conférence des Directeurs de services météorologiques à Innsbruck 877
 L'épaisseur des glaces en Sibérie 922
 Exploration de l'atmosphère en Danemark 966

Nécrologie.

Paul Tannery 97
 J.-E. Dutton 405
 Henri Parinaud 629
 Ernest-Adolphe Bichat 665
 T. R. Thalén 797
 Le Commandant Masseuet 921

Physique.

GRADENWITZ (A.). — Un instrument pour l'observation de la vie des insectes 190
 — Un appareil pour mesurer l'équivalent mécanique de la chaleur 966
 GUILLAUME (Ch. Ed.). — Dilatation et température de fusion des métaux 1019
 — Le magnétisme des alliages du manganèse 1066
 La projection en couleurs naturelles 4
 Photographie en couleurs par la méthode Lippmann. Sur les phénomènes présentés au sein des champs magnétiques par les solutions de matières colorantes 143
 La transmission au loin des indications de la boussole. Recherches sur la loi de Draper 244
 Le spectroscope à vision directe de Blakesley à une seule espèce de verre 298
 La phosphorescence des sulfures alcalino-terreux 354
 Les rayons magnéto-cathodiques 405
 L'acoustique des salles de réunion 407
 Le sélénium et les courants électriques 446
 Le télégraphe perfectionné 446
 La cause de l'effet de Volta 494
 Effets de radiation sur les plaques au gélatino-bromure d'argent 543
 Détermination de la masse atomique de l'azote 343
 Le corps humain comme source d'électricité 631
 Spectres des métaux alcalins; centres d'émission des différentes séries 666
 Stéréoscope dièdre à grand champ, à miroir bissecteur 714
 Une méthode pour rendre visibles les vibrations électriques stationnaires 714
 La photographie animale 751
 L'accumulation de la chaleur solaire dans les liquides. L'orthodiagraphe 798
 Nouveau procédé pour amorcer les forces au moyen des sons 838
 Un nouveau corps radio-actif, le radio-thorium 840
 Nouvel essai infructueux de liquéfaction de l'hélium. L'influence de l'ionisation sur la conductivité des cohérents 878
 Une pile thermique à vide 923
 La température a-t-elle une action sur le poids des corps? 966
 Le mécanisme de la pulvérisation électrique 967
 Conductivité électrique et pouvoir de réflexion du carbone 1020

Sciences médicales.

WEISGERBER (F.). — La Croix-Rouge japonaise. 632
 ZABLUDOWSKI. — Le surmenage des musiciens. 47
 Les corpuscules de Negri et la rage 5
 Nouveau traitement du tétanos 6
 Transmissibilité de la dysenterie amibienne en France. 49
 Le syndrome de Ganser. 402
 La fièvre bilieuse hémoglobinurique dans le bassin du Congo. 102
 Le « déjà vu » 144
 Migraine ophtalmique. 144
 La transmission du parasite de la malaria à travers le placenta 145
 L'autonomasie 245
 Les hémicédèmes chez les hémiplégiques. 245
 Écoulement du liquide céphalo-rachidien par le n.r.z. 215
 Type infantile du gigantisme 299
 Le puérilisme. 356
 La neurasthénie biliaire. 409
 Pseudo-tuberculose due à des lombrics 409
 Syphilis et paralysie générale 449
 Le système séparatif dans l'assainissement urbain. 497
 Le casier sanitaire des maisons de Paris. 515
 La théorie parasitaire du cancer. 592
 L'assistance médicale indigène en Afrique occidentale française 663
 La protection de l'enfance en Indo-Chine. 668
 Neurasthénie de l'ouvrier et du pauvre. 669
 Génio-spasmes et génio-tics. 669
 Le purpura 715
 Les aphasies musicales ou amusies 715
 La tuberculose au Tonkin. 715
 Tremblement congénital chez des faisans 754
 Crise de faux accouchement chez une tabétique. . 774
 Le Congrès international de la Tuberculose 800
 Alimentation des campagnes en eau potable. 800
 La prophylaxie de la tuberculose à bord des navires de commerce 840
 L'action bactéricide des peintures murales. 840
 Mal perforant buccal dans le tabes. 840
 La tuberculose et l'habitation urbaine. 881
 Dysostose cléido-cranienne héréditaire. 881
 Les bienfaits de la réforme temporaire dans l'armée. 970

Zoologie, Anatomie et Physiologie.

ALLORGE 'Maurice'. — Le nouveau Parc zoologique de New-York 544

CLERGET (P.). — La production du bétail français et la consommation de la viande. 879
 GRADENWITZ (A.). — Un dispositif pour la production de l'anesthésie électrique 591
 WEISGERBER (F.). — Le coolie japonais. 495
 Création d'une station biologique aux Iles Bermudes. 5
 Sur la sécrétion du suc gastrique chez l'homme . . . 5
 Sur le suc pylorique 47
 Valeur de l'homochromie comme moyen de défense. 100
 Les fonctions du bulbe 101
 La mort d'une grenouille célèbre 144
 Insuffisance parathyroïdienne chez la chèvre. . . . 245
 Rôle des muscles spinaux dans la marche chez l'homme 299
 Un nouveau procédé pour produire l'anesthésie du corps humain. 356
 L'œuf des Ascidies est une mosaïque de substances déterminantes d'organes 408
 Expériences sur la croissance des bœufes 447
 Les fonctions du cœcum et de l'appendice. 447
 La vie dans la nature à l'abri des microbes 495
 Le meilleur procédé d'anastomose intestinale pour les expériences physiologiques 545
 Les pêcheries du banc d'Arguin 591
 A propos des expériences de M. Burke. 631
 Les problèmes de la Biologie 668
 La question des localisations cérébrales. 880
 Sur les prétendues dents aurifiées des moutons australiens. 926
 L'acapnie évitée par la respiration d'un mélange d'oxygène et d'acide carbonique. 927
 Relation entre les chromosomes du noyau et la détermination du sexe chez les Insectes. 1022
 Modifications de la coagulabilité du sang consécutives à la destruction expérimentale du foie. 1022
 L'alimentation rationnelle de la vache laitière et le contrôle de son rendement 1067
 Diabète et ilots de Langerhans. 1068

Sciences diverses.

BINET (A.). — Un Laboratoire de Pédagogie normale. 1069
 CLERGET (P.). — La question du sucre et la Convention de Bruxelles. 50
 — La dépréciation du métal argent. 194
 MEYER (A.). — A propos de la représentation proportionnelle 450, 669
 ROUYER (L.). — Sur la représentation proportionnelle. 357
 — A propos de la représentation proportionnelle. . 593

II. — ARTICLES ORIGINAUX

Astronomie, Météorologie.

CLAUDE (A.). — La méthode des hauteurs égales en Astronomie de position 973
 — L'instrument des hauteurs égales en Astronomie de position ou astrolabe à prisme. 1071
 DRIENCOURT (L.). — La méthode des hauteurs égales en Astronomie de position 973
 — L'instrument des hauteurs égales en Astronomie de position ou astrolabe à prisme 1071
 NORDMANN (Charles). — La structure de la couronne solaire 103

Botanique et Agronomie.

BAILLAUD (Emile). — Le problème de l'exploitation agricole en Guinée française. 423
 MAQUENNE (L.). — La respiration des plantes vertes. 394
 MAZÉ (P.). — L'humus et l'alimentation carbonée de la cellule végétale. 1^{re} partie : La théorie de Liebig 152
 — 2^e partie : L'assimilation des substances ternaires. 205
 ZEILLER (R.). — Une nouvelle classe de Gymnospermies : Les Pteridospermées 718

Chimie.

BERTRAND (G.). — Le domaine actuel de la Chimie biologique 431

BOISSOUBY (Jean de). — Les gaz mono-atomiques, le mercure, le thallium, le plomb, l'or dans la classification 728
 BOUYEAULT (L.). — Modes de formation et de préparation des aldéhydes saturés de la série grasse . . . 370
 GUYOT (A.). — Les dérivés γ-arylés de l'anthracène et de son dihydrure 892
 HENRI (Victor). — Le rôle des colloïdes en Biologie. Découverte de kinases artificielles. 640
 GUYE (Ph.-A.). — Nouvelles recherches sur le poids atomique de l'azote. 755
 HUGOUENQ (L.). — Les conquêtes récentes de la Biologie dans le domaine du Chimisme intestinal. . 1084
 LAMBLING (E.). — Revue annuelle de Chimie physiologique. 1^{re} partie : Constituants de l'organisme. Aliments, diastases 49
 — 2^e partie : Digestion, sang, urine 75
 MAILHE (A.). — Revue annuelle de Chimie minérale. 172
 MAQUENNE (L.). — La synthèse végétale des corps hydrocarbonés 928
 MAZE P. — L'humus et l'alimentation carbonée de la cellule végétale. 1^{re} partie : La théorie de Liebig. . 152
 — 2^e partie : L'assimilation des substances ternaires. 205
 MULLER P. Th. — Les pseudo-acides. 447
 NICLOUX (Maurice). — La saponification des corps gras. 1029
 ROMEU (Albert de). — L'industrie des abrasifs et le corindon 504
 SABATIER (Paul). — La catalyse par les métaux communs. 812
 WAHL (A.). — Les idées actuelles sur la constitution des matières colorantes du triphénylméthane. . . 558

Chirurgie, Médecine, Hygiène, Microbie médicale.

BLUMSTEIN (F.). — Les résultats acquis de la sérothérapie.	642
DESFOSSÉS (P.). — Radiothérapie et cancer.	123
HARTMANN (Hedri). — Revue annuelle de Chirurgie.	993
JEANSELME (E.). — Hygiène et vie matérielle en Chine.	495
LÉTIENNE (A.). — Revue annuelle de Médecine.	903
MARTINET (A.). — Pharmacologie de l'acide phosphorique : 1 ^{re} partie. Action digestive.	568
— 2 ^e partie : Action nerveuse et humorale.	614
MEURICE (J.). — L'Adrénaline. Son action physiologique et ses applications thérapeutiques.	1045
ROMME (R.). — L'exode rural et la tuberculose à la campagne.	476
TROUSSEAU (A.). — La fondation ophtalmologique Adolphe de Rothschild.	857

Enseignement.

CLERGET (P.). — L'esprit scientifique dans l'enseignement commercial.	619
DALEMONT (J.). — L'Enseignement des Sciences appliquées à l'Institut de Physique de l'Université de Fribourg.	773
HADAMARD (Jacques). — Réflexions sur la méthode heuristique.	499
KOWALSKI (J. de). — L'enseignement des Sciences appliquées à l'Institut de Physique de l'Université de Fribourg.	773
LE DANTEC (Félix). — L'enseignement des Sciences naturelles comme instrument d'éducation philosophique.	276
MICHEL-LÉVY (A.). — La chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques au Collège de France.	359
SWYNGEDAÛW (R.). — L'enseignement technique dans les Universités. L'Institut électrotechnique de l'Université de Lille.	316

Géographie et Colonisation.

BAILLAUD (Emile). — Le problème de l'exploitation agricole en Guinée française.	423
CAVAILLÈS (H.). — L'économie pastorale dans les Pyrénées.	777
JEANSELME (E.). — Hygiène et vie matérielle en Chine.	195
LEGENDRÉ (D ^r). — Le « Royaume fleuri » ou Province des Quatre-Fleuves (Chine occidentale).	947
WEISGERBER (F.). — La ville de Fez.	634
— Huit jours à Ténériffe.	1038

Géologie, Minéralogie et Paléontologie.

LACROIX (A.). — Le mode de formation d'un dôme volcanique et la cristallisation des roches éruptives quartzifères, d'après les observations faites au cours de l'éruption de la Montagne Pelée.	301
LAUNAY (L. de). — Application de la méthode tectonique à la métallogénie de la région italienne.	812
MICHEL-LÉVY (A.). — La chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques au Collège de France.	359
RÉVIL (J.). — La formation des vallées des Alpes de Savoie.	462
La Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Turin (Septembre 1903).	1091
ROMEU (Albert de). — L'industrie des abrasifs et le corindon.	504
ZEILLER (R.). — Une nouvelle classe de Gymnospermes. Les Ptéridospermées.	718

Histoire des sciences et Nécrologie.

HELMHOLTZ (H. von). — La vie et les travaux de M. Hertz. (Mémoire posthume et inédit de M. von Helmholtz).	1024
PÉPIN (V.-E.). — Auguste Comte et l'Histoire scientifique. Remarques sur l'article posthume de Paul Tannery.	694
TANNERY (Paul). — Auguste Comte et l'Histoire des sciences.	410
VIFILLE (Paul). — La vie et l'œuvre de Sarrau.	7

Mathématiques.

MEYER (A.). — La théorie des élections et la représentation proportionnelle. 1 ^{re} partie : Système majoritaire et systèmes de répartition proportionnelle.	111
— 2 ^e partie : Examen critique des théories sur lesquelles s'appuie le système d'Hondt.	158

Mécanique et Génie civil.

CARTEAU (G.). — Les enseignements scientifiques du polissage.	51
ESPIALLIER (L' colonel G.). — Le matériel aérostatique et la construction des ballons sphériques.	670
LECORNU (L.). — Revue annuelle de Mécanique appliquée.	821
LÉGER (M.). — Un nouvel essai de navigation aérienne par le plus lourd que l'air.	939
OSMOND (F.). — Les enseignements scientifiques du polissage.	51
SULZER-ZIEGLER (Ed.). — Le percement du tunnel du Simplon.	247
VOYER (J.). — Les voyages au long cours en ballon.	734
— Les applications militaires de la photographie en ballon.	850

Physiologie.

FREDERICQ (Léon). — Revue annuelle de Physiologie.	517
LAMBLING (E.). — Revue annuelle de Chimie physiologique. 1 ^{re} partie : Constituants de l'organisme. Aliments. Diastases.	19
— 2 ^e partie : Digestion, sang, urine.	75
LOISEL (G.). — Evolution des idées générales sur la sexualité. 1 ^{re} partie : Des Anciens à la fin du XVIII ^e siècle.	10
— 2 ^e partie : Dix-neuvième et vingtième siècles.	63
MEURICE (J.). — L'Adrénaline. Son action physiologique et ses applications thérapeutiques.	1045

Physique.

BLONDLOT (R.). — L'inscription photographique de l'action des rayons N.	727
BRUNHES (Bernard). — Les travaux récents de magnétisme terrestre dans la France centrale.	804
DUHEM (P.). — Le principe de Pascal. Essai historique.	599
GAUBERT (P.). — Cristaux liquides et liquides cristallins.	983
GUINCHANT (J.). — Les phénomènes de luminescence et leurs causes.	683
JANET (Paul). — Les tendances et les recherches actuelles de l'électrotechnique.	547
KOHLER (A.). — La microphotographie en lumière ultra-violette.	147
LANGEVIN (P.). — La physique des électrons.	257
LETHEULE (P.). — La lampe et la soupape à mercure de Cooper Hewitt.	934
RAMSAY (William). — Le radium peut-il donner la vie?	801
SWYNGEDAÛW (R.). — L'enseignement technique dans les Universités. L'Institut électrotechnique de l'Université de Lille.	316
VOYER (J.). — Les applications militaires de la photographie en ballon.	850

Zoologie et Anatomie.

CAULLERY (Maurice). — Les yeux et l'adaptation au milieu chez les animaux abyssaux.	324
HENRI (Victor). — Le rôle des colloïdes en Biologie. Découverte de kinases artificielles.	640
HUGOUNEQ (L.). — Les conquêtes récentes de la Biologie dans le domaine du chimisme intestinal.	1084
LOISEL (G.). — Revue annuelle d'Embryologie.	376
LACUESSE (E.). — Revue annuelle d'Anatomie.	1095
RAMSAY (William). — Le radium peut-il donner la vie?	801
REGNAULT (Félix). — La morphogénie osseuse expliquée par l'anatomie pathologique.	217
RICHET (Charles). — Le problème ou le préjugé des races.	883

Revue annuelle.

FREDERICQ (Léon). — Revue annuelle de Physiologie 377
 HARTMANN (Henri). — Revue annuelle de Chirurgie 993
 LAGESSE (E.). — Revue annuelle d'Anatomie 1093
 LAMBLING (E.). — Revue annuelle de Chimie physiolo-

gique. 1^{re} partie : Constituants de l'organisme, aliments, diastase 19
 LAMBLING (E.). — 2^e partie : Digestion, sang, urine 75
 LECORNU (L.). — Revue annuelle de Mécanique appliquée 821
 LÉTIENNE (A.). — Revue annuelle de Médecine 904
 LOISEL (G.). — Revue annuelle d'Embryologie 376
 MAILHE (A.). — Revue annuelle de Chimie minérale 172

III. — BIBLIOGRAPHIE

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques.

BAIRE (René). — Leçons sur les fonctions discontinues 914
 BOREL (Emile). — Leçons sur les fonctions de variables réelles et les développements en séries de polynômes 653
 BRUNS (H.). — Grundlinien des wissenschaftlichen Rechnens 128
 CÉSARO (E.). — Elementares Lehrbuch der algebraischen Analysis und der Infinitesimalrechnung 701
 COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — Procès-verbaux des séances 653
 CZUBER (E.). — Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung auf Fehlerausgleichung, Statistik und Lebensversicherung 784
 FOUËT (Ed.-A.). — Leçons élémentaires sur la théorie des fonctions analytiques 738
 GMEINER. — Einleitung in die Functionentheorie 480
 GRASSMANN (Hermann). — Gesammelte Werke. I. Die Abhandlungen zur Geometrie und Analysis 701
 KRAZER (Ad.). — Lehrbuch der Thetafunktionen 831
 LINDELOF (Ernst). — Le calcul des résidus et ses applications à la théorie des fonctions 1004
 MONTESSUS DE BALLORE (R.). — Sur les fractions continues algébriques 869
 OCAGNE (Maurice d'). — Leçons sur la Topométrie et la cubature des terrasses 433
 — Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques 529
 PAPELIER (G.). — Précis d'Algèbre et de Trigonométrie 228
 POUSSIN (René). — Sur l'application des procédés graphiques aux calculs d'Assurances 393
 STOLZ. — Einleitung in die Functionentheorie 480
 TANNERY (Jules). — Introduction à la théorie des fonctions d'une variable 576
 TEIXEIRA (F. Gomes). — Obras sobre Mathematica 393
 ZEUTHEN (H.-G.). — Geschichte der Mathematik im XVI und XVII Jahrhundert 284

Astronomie et Météorologie.

ALGUÉ (José). — The cyclones of the Far East 871
 BERGET (A.). — Physique du Globe et Météorologie 738
 CONSTAN (P.). — Cours élémentaire d'Astronomie et de Navigation 128
 LAHMENAT (E. de). — Topographie pratique de reconnaissance et d'exploration 32
 LEBŒUF. — Observatoire national de Besançon 84
 LEBON (Ernest). — Extrait du plan d'une bibliographie analytique des écrits contemporains sur l'histoire de l'Astronomie 577
 OBRECHT (A.). — Anuario del Observatorio astronomico de Santiago de Chile 1004

Thermodynamique, Mécanique générale et Mécanique appliquée.

BAUDRY DE SAUNIER (L.). — Les motocyclettes 701
 BAUMGARTNER (F.). — Manuel du constructeur de moulins et du meunier 956
 BERNARD (F.). — Aménagement des eaux à Java. Irrigation des rizières 341
 BOULVIN (L.). — Cours de Mécanique appliquée aux Machines. Théorie des machines thermiques 1052

COX (John). — Mechanics 179
 FRANCHE (Georges). — Le graissage industriel 738
 GATOUX (Adrien). — Les motocyclettes 701
 HABETS (Alfred). — Cours d'Exploitation des Mines 480
 HOULLEVEIGNE (L.). — Du Laboratoire à l'Usine 1052
 LAPOSTOLET (N.). — Traité général de l'emploi de l'électricité dans l'Industrie minière 617
 LE CHATELIER (H.). — Essais des matériaux hydrauliques 84
 LECOMTE-DENIS (Maurice). — Utilisation pratique et complète d'une chute d'eau pour tous les services d'une exploitation minière 283
 MAILLET (Edmond). — Essai d'Hydraulique souterraine et fluviale 1004
 MARCHIS (L.). — Leçons sur la Navigation aérienne 870
 MAS (F.-B. de). — Canaux 869
 MASSART (G.). — Etude sur l'emploi de l'air comprimé à haute tension comme moyen de transport mécanique souterrain 228
 MATHOT (R.-E.). — Manuel pratique des moteurs à gaz et gazogènes 914
 MORTIMER-MÉGRET (comte). — Les perfectionnements automobiles en 1905 956
 OSTENFELD (A.). — Technische Statik 617
 PÉRISSE (L.). — Les carburateurs 393
 SAUVAGE (Edouard). — Manuel de la machine à vapeur 329
 SIDEN (Per). — La pratique des machines à bois 32
 SOHIER (A.). — Etude sur l'emploi de l'air comprimé à haute tension comme moyen de transport mécanique souterrain 228
 STEPHAN (P.). — Die technische Mechanik 914
 TÉBÉDOUX (Paul). — Le graissage industriel 738
 VALLIER (E.). — Note sur la dynamique de l'aéroplane 1010

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique.

ABRAHAM (Henri). — Recueil d'expériences élémentaires de Physique 530
 ARNOLD (E.). — La machine dynamo à courant continu 179
 BARBILLION (L.). — Manipulations et études électrotechniques 394
 BARNETT (S. J.). — Elements of Electromagnetic Theory 85
 BERGET (A.). — Physique du Globe et Météorologie 738
 BÖRNSTEIN (R.). — Landolt-Börnstein physikalisch-chemische Tabellen 833
 CLAUDE (Georges). — L'Electricité à la portée de tout le monde 129
 CZUDNOCHOWSKI (Walther Biegou von). — Das elektrische Bogenlicht, seine Entwicklung und seine physikalischen Grundlagen 832
 FOVEAU DE COURMELLES. — L'Année électrique 129
 FRICK (J.). — Physikalische Technik 577
 GALINE (L.). — Eclairage (huiles, alcool, gaz, électricité, photométrie) 530
 GUYE (Ch.-Eng.). — Les hypothèses modernes sur la constitution électrique de la matière 654
 HORN (A.-H.). — Métallographie 342
 JEANS (J.-H.). — The dynamical Theory of gases 915
 KAYSER (H.). — Handbuch der Spectroscopie 871
 LEHMANN (O.). — Cristaux liquides 957
 MAUDUIT (A.). — Electrotechnique appliquée 229
 MEYERHOFFER (W.). — Landolt-Börnstein physikalisch-chemische Tabellen 833
 MÜLLER (P.-Th.). — Lois fondamentales de l'Electrochimie 577

Pozzi-Escot (M.). — Traité élémentaire de Physico-Chimie.	702	terrosos de Colombia. Gemas y minerales litoïdes de Colombia	230
RINNE (E.). — Le microscope polarisant.	33	CODAZZI (Ricardo Lleras). — Mineralizadores y minerales metalicos de Colombia.	916
SAINT-PAUL (B.). — Eclairage (huiles, alcool, gaz, électricité, photométrie)	530	DEMANGEON (A.). — La Picardie et les régions voisines : Artois, Cambresis, Beauvaisis.	1111
TAMMANN (Gustave). — Cristallisation et fusion.	433	FOREL (F.-A.). — Le Léman	395
TRAEVERS (Morris M.). — Experimentelle Untersuchung von Gasen	1005	GALLOIS (E.). — Au Japon (Impressions de voyage).	33
WATTS (W. Marshall). — An introduction to the study of spectrum analysis	1052	GERVAIS-COURTELEMONT. — Voyage au Yunnan.	739
WEISS (G.). — Précis de Physique biologique.	1053	GORDON (Ogilvie). — The geological structure of Monzoni and Fassa	130
YOUNG (Sydney). — Fractional Distillation	342	GRANDBERYE (L.-M.). — Détermination des espèces minérales	1053
Chimie.		GRENARD (F.). — Le Tibet. Le pays et les habitants.	86
AMADUZZI (Lavoro). — Il Selenio.	739	PROST (Eug.). — La Belgique agricole, industrielle et commerciale. Etude économique.	232
BARRAL (E.). — Précis d'Analyse chimique qualitative.	394	RÉVIL (J.). — Notions de Géologie appliquées au département de la Savoie	872
BENEDICKS (Carl). — Recherches physiques et physico-chimiques sur l'acier au carbone	33	RINNE (F.). — Etude pratique des roches, à l'usage des ingénieurs et des étudiants ès sciences naturelles.	833
BERTHELOT (M.). — Traité élémentaire de Chimie organique.	618	SARGENTON-GALICHON (M ^{me} A.). — Sinai-Ma'an-Pétra (Sur les traces d'Israël et chez les Nabatéens).	656
BOERNSTEIN (R.). — Landolt-Bœrnstein physikalisch-chemische Tabellen.	833	THOULET (J.). — L'Océan, ses lois et ses problèmes.	655
BREARLEY (Harry). — Analyses des matériaux d'aciers.	916	WEISBERGER (F.). — Trois mois de campagne au Maroc.	578
BROQUIN (L.). — Guide pratique pour l'essai des médicaments chimiques.	1053	Botanique et Agronomie.	
DE LA COUX (H.). — L'Ozone et ses applications industrielles.	654	BEAUVÉRIE (J.). — Le bois	1112
DUCLOUX (E. Herrero). — Tratado elemental de Quimica. Tome I ^{er} . Quimica inorganica. Tome II. Quimica organica.	285	CHEVALIER (Aug.). — Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française.	1054
GOUPL (P.). — Guide pratique pour l'essai des médicaments chimiques.	1053	COLSON (Léon). — Culture et industrie de la canne à sucre aux îles Hawai et à la Réunion	397
LEBOTSON (Fred.). — Analyses des matériaux d'aciers.	916	DEPARTMENT OF AGRICULTURE OF NEW ZEALAND. — Eleventh annual Report. Twelfth annual Report.	872
JUNGFLEISCH (L.). — Traité élémentaire de Chimie organique	618	GUÉGUEN (F.). Les champignons parasites de l'homme et des animaux	873
JÜPTNER (von baron). — Éléments de Sidérologie. Constitution des allhages de fer et des scories.	481	GUÉRIN (Paul). — Les connaissances actuelles sur la fécondation chez les Phanérogames	436
LE VERRIER (U.). — Procédés métallurgiques et étude des métaux.	872	GUILLOX (J.-M.). — Etude générale de la Vigne	703
LÉZÉ (R.). — Préparation et maturation des caillés de fromagerie	180	LAFAR (Franz). — Handbuch der technischen Mykologie	180
LEORD Y GAMBOA. — Détermination quantitative du fluor par perte de poids.	618	LAURENT (J.). — Recherches sur la nutrition carbonée des plantes vertes à l'aide de matières organiques.	34
LUMIÈRE ET SES FILS. — Agenda Lumière 1903	654	LECOMTE (Henri). — Le coton en Egypte. Culture, préparation, exportation	578
LUTZ (Louis). — Les Micro-organismes fixateurs d'azote	343	LÉZÉ (R.). — Préparation et maturation des caillés de fromagerie	180
MANÉA (André). — Sur les acides gallotannique et digallique.	702	LUTZ (Louis). — Les micro-organismes fixateurs d'azote	343
MEYERHOFFER (W.). — Landolt-Bœrnstein physikalisch-chemische Tabellen	833	MARTIGNAT (M.). — Le liège, ses produits et ses sous-produits	1007
MOISSAN (H.). — Traité de Chimie minérale. Méta-lloïdes. Métaux	229	PACOTTE (Paul). — Viticulture	787
MULLER (P.-Th.). — Lois fondamentales de l'Electro-chimie.	577	PROST (Eug.). — La Belgique agricole, industrielle et commerciale. Etude économique.	232
OSTWALD (D.-W.). — Éléments de Chimie inorganique. 1 ^o Métaalloïdes. 2 ^o Métaux	618	Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'homme et des animaux.	
PACOTTE (P.). — Vinification (vin, eau-de-vie, vinaigre)	531	ANGLAS (J.). — Les animaux de Laboratoire : l'Ecrevisse (Anatomie et dissection)	379
POZZI-ESCOT (M.). — Traité élémentaire de Physico-Chimie	702	BELZUNG (Er.). — Leçons de Zoologie	1113
RANDAU (Paul). — La fabrication des émaux et l'émail-lage.	783	BINET (A.). — L'étude expérimentale de l'intelligence.	34
RAZOUS (P.). — Les déchets industriels. Récupération, utilisation.	1006	BOUIN (P.). — Traité d'Histologie. Cytologie générale et spéciale	86
SABATIER (Paul). — Nouvelles méthodes générales d'hydrogénation et de dédoublement moléculaire basées sur l'emploi des métaux divisés	1006	BOURDON (B.). — La perception visuelle de l'espace.	958
SENDERENS (J.-B.). — Nouvelles méthodes générales d'hydrogénation et de dédoublement moléculaire basées sur l'emploi des métaux divisés.	1006	BRANCA (A.). — L'œuf humain et les premiers stades de son développement. Eléments d'Embryogénie	397
SÉMICHON (Lucien). — Traité des maladies des vins	786	CUROT (Edmond). — Le sucre dans l'alimentation des animaux	230
TORTELLI (M.). — Analisi chimica qualitativa	436	CYON (Elic de). — Les nerfs du cœur (Anatomie et Physiologie).	703
VALEUR (Armand). — Chimie et toxicologie de l'arsenic et de ses composés	429	DEMÉNY (G.). — Mécanisme et éducation des mouvements	437
3^o SCIENCES NATURELLES		DOYON (Maurice). — Traité de Physiologie. 1 ^o Fonctions d'innervation. 2 ^o Fonctions élémentaires	619
Géographie, Géologie, Paléontologie.		FÉRÉ (Ch.). — Travail et Plaisir. Nouvelles études expérimentales de Psycho-mécanique	287
AZARA (Félix de). — Geografía fisica y esferica de las provincias del Paraguay, y misiones Guaranies.	1006	FRANÇOIS-FRANCK (Ch.-A.). — Cours du Collège de France, de 1880 à 1904 et travaux du Laboratoire de 1871 à 1904	481
CODAZZI (Ricardo Lleras). — Introduccion al estudio de los Minerales de Colombia. Clasificación de los Minerales de Colombia. Minerales alcalinos y		FREER (P.-C.). — Report of the superintendent of the Government Laboratories in the Philippine Islands for the year ended September 4 th. 1903	343
		GOUIN (Raoul). — Alimentation rationnelle des animaux domestiques	916

LEVADITI (C.). — La nutrition dans ses rapports avec l'immunité. 35
 LOEB (Jacques). — Studies in general Physiology. . . 786
 MAILLARD (L.). — Traité d'Histologie. Cytologie générale et spéciale. 86
 MOSO (A.). — Les exercices physiques et le développement intellectuel. 181
 PARKER (T. J.). — Leçons de Biologie élémentaire . . 531
 PERRIER (Edmond). — Traité de Zoologie. Poissons. . 231
 POTOCKI (J.). — L'œuf humain et les premiers stades de son développement. Eléments d'Embryogénie. . . 397
 TRAVAUX de la Station de recherches relatives à la pêche maritime à Ostende. 833
 VARIGNY (Henry de). — La Nature et la vie. 1034

4° SCIENCES MÉDICALES

Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie.

BANZET (S.). — Chirurgie orthopédique. 231
 BERGER (Paul). — Chirurgie orthopédique 231
 BROCA (A.). — Leçons cliniques de Chirurgie infantile. 483
 HARTMANN (Henri). — Travaux de Chirurgie anatomoclinique. Voies urinaires 917
 MARION (Georges). — Chirurgie du Système nerveux (Crâne et Encéphale, Rachis et moelle, Nerfs) . . 620
 YVERT (A.). — Les applications médico-chirurgicales de l'Adrénaline 1113

Médecine, Hygiène, Microbiologie médicale.

BELOT (J.). — Traité de Radiothérapie. 437
 BLANCHARD (R.). — Les Moustiques; histoire naturelle et médicale. 532
 BOINET (E.). — Les Doctrines médicales. Leur évolution 834
 BRETON (M.). L'Ankylostomiase, maladie sociale (Anémie des mineurs). Biologie, clinique, traitement, prophylaxie. 741
 BRIANÇON. — L'Ankylostomiase (Maladie du ver des mineurs) 917
 CALMETTE (A.). — L'Ankylostomiase; maladie sociale (Anémie des mineurs). Biologie, clinique, traitement, prophylaxie 741
 DAREMBERG (G.). — Les différentes formes cliniques et sociales de la tuberculose pulmonaire 959
 DUBOIS. — Les Psychonévroses et leur traitement moral. 344
 GAUTIER (Armand). — L'alimentation et les régimes chez l'homme sain et chez les malades 87
 GUIRAUD. — Manuel pratique d'Hygiène à l'usage des médecins et des étudiants. 959
 HALLUIN (Maurice d'). — Résurrection du cœur. La vie du cœur isolé. Le massage du cœur 788
 HÉRICOURT (J.). — Les frontières de la maladie. . . . 287
 HOCHÉ (L.). — Les lésions du rein et des capsules surrénales 397
 LABBÉ (H.). — Analyse chimique du sang 656
 LÉTIENNE (Auguste). — Précis d'Urologie clinique. . . 88
 MASSELIN (Jules). — Précis d'Urologie clinique . . . 88
 MATHIEU (F.). — Traité de l'Alcoolisme. 379
 MIGNOT (F.). — Le péril vénérien et la prophylaxie des maladies vénériennes 1113
 MIGNOT (R.). — Traité de l'Alcoolisme 576
 PAGÈS (C.). — L'Hygiène pour tous. 873

POUCHET (G.). — Leçons de Pharmaco-dynamie et de Matière médicale. Antithermiques, analgésiques. Modificateurs du système nerveux périphérique et névro-musculaire. 181
 ROTHSCHILD (H. de). — Traité d'hygiène et de pathologie du nourrisson et des enfants du premier âge 437, 1008
 ROUSSEL (Albéric). — La Frankloisation réhabilitée . 131
 SIMPSON (W. J.). — A treatise on Plague. 1034
 TRIBOULET (H.). — Traité de l'Alcoolisme. 579
 TRIPIER (R.). — Traité d'Anatomie pathologique générale. 35, 431
 YVERT (A.). — Causeries sanitaires. II. Désinfection. . 704

5° SCIENCES DIVERSES

BÉRARD (Victor). — L'Empire russe et le Tsarisme . . 1055
 BLANCARNOUX (Paul). — Du choix d'une carrière industrielle 131
 BLONDEL (Georges). — La politique protectionniste en Angleterre. Un nouveau danger pour la France . . 36
 HUE (Louis). — La falsification des boissons 834
 LÉGER (Louis). — Moscou (Les villes d'Art célèbres) . 834
 MASSON (Paul). — Ports francs d'autrefois et d'aujourd'hui 741
 PAULHAN (Fr.). — Les mensonges du caractère . . . 873
 RIST (A.). — La Philosophie naturelle intégrale et les rudiments des Sciences exactes. 232
 SIEGFRIED (André). — La démocratie en Nouvelle-Zélande. 182
 UNION COLONIALE FRANÇAISE. — Préparation aux carrières coloniales 232

Thèses pour le Doctorat présentées aux Universités françaises (1904-1905), et analysées dans la Revue en 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

MONTESUS DE BALLORE (R.). — Sur les fractions continues algébriques 869

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique et Chimie.

BELLOC. — Thermo-électricité du fer et des aciers . . 285
 KLING (André). — Contribution à l'étude des alcools cétoniques 1011
 SCHURR (J.). — Recherches sur la vitesse de dissolution des sels dans leurs solutions aqueuses 85
 WATTEVILLE (Charles de). — Spectres de flamme; variations spectrales d'ordre thermique. 1010

3° SCIENCES NATURELLES

BORDAGE (Edm.). — Recherches anatomiques et biologiques sur l'autotomie et la régénération chez divers Arthropodes 1007
 BRASIL (L.). — Contribution à la connaissance de l'appareil digestif des Annélides Polychètes. L'épithélium intestinal de la Pectinaire. 286

IV — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris.

Séances des	19	décembre	1904	37	Séances des	30	janvier	1905	183
—	26	—	—	37	—	6	février	—	183
—	2	janvier	1905	89	—	13	—	—	233
—	9	—	—	89	—	20	—	—	233
—	16	—	—	132	—	27	—	—	288
—	23	—	—	132	—	6	mars	—	288
—	—	—	—	—	—	13	—	—	315
—	—	—	—	—	—	20	—	—	345
—	—	—	—	—	—	27	—	—	398

Séances des	3	avril	1905	399
—	10	—	—	438
—	17	—	—	439
—	25	—	—	484
—	1 ^{er}	mai	—	484
—	8	—	—	484
—	15	—	—	533
—	22	—	—	534
—	29	—	—	580
—	5	juin	—	580
—	13	—	—	621
—	19	—	—	621
—	26	—	—	657
—	3	juillet	—	657
—	10	—	—	705
—	17	—	—	705
—	24	—	—	742
—	31	—	—	742
—	7	août	—	789
—	14	—	—	789
—	21	—	—	789
—	28	—	—	835
—	4	septembre	—	835
—	11	—	—	874
—	18	—	—	874
—	25	—	—	874
—	2	octobre	—	918
—	9	—	—	918
—	16	—	—	960
—	23	—	—	960
—	30	—	—	1009
—	6	novembre	—	1009
—	13	—	—	1057
—	20	—	—	1057
—	27	—	—	1114
—	4	décembre	—	1115

Académie de Médecine.

Séances des	20	décembre	1904	38
—	27	—	—	38
—	3	janvier	1905	90
—	10	—	—	90
—	17	—	—	133
—	24	—	—	133
—	31	—	—	184
—	7	février	—	184
—	14	—	—	234
—	21	—	—	234
—	28	—	—	289
—	7	mars	—	289
—	14	—	—	346
—	21	—	—	346
—	28	—	—	399
—	4	avril	—	399
—	11	—	—	399
—	18	—	—	439
—	25	—	—	440
—	2	mai	—	485
—	9	—	—	485
—	16	—	—	534
—	23	—	—	534
—	30	—	—	581
—	6	juin	—	582
—	13	—	—	622
—	20	—	—	622
—	27	—	—	658
—	4	juillet	—	658
—	11	—	—	706
—	18	—	—	706
—	25	—	—	743
—	3	octobre	—	918
—	10	—	—	919
—	17	—	—	960
—	24	—	—	961
—	31	—	—	1010
—	7	novembre	—	1010
—	14	—	—	1058
—	21	—	—	1058
—	28	—	—	1115
—	5	décembre	—	1115

Société de Biologie.

Séances des	17	décembre	1904	38
—	24	—	—	90

Seances des	7	janvier	1905	91
—	14	—	—	133
—	21	—	—	134
—	28	—	—	184
—	4	février	—	185
—	11	—	—	235
—	18	—	—	235
—	25	—	—	289
—	4	mars	—	290
—	11	—	—	346
—	18	—	—	346
—	25	—	—	400
—	1 ^{er}	avril	—	400
—	8	—	—	440
—	15	—	—	440
—	6	mai	—	485
—	13	—	—	535
—	20	—	—	535
—	27	—	—	582
—	3	juin	—	582
—	10	—	—	622
—	17	—	—	623
—	24	—	—	659
—	1 ^{er}	juillet	—	659
—	8	—	—	707
—	22	—	—	743
—	29	—	—	789
—	14	octobre	—	961
—	21	—	—	961
—	28	—	—	1010
—	4	novembre	—	1010
—	11	—	—	1011
—	18	—	—	1058
—	25	—	—	1059
—	2	décembre	—	1116

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séances des	6	décembre	1904	38
—	17	janvier	1905	135
—	7	février	—	235
—	14	mars	—	347
—	4	avril	—	441
—	2	mai	—	486
—	6	juin	—	623
—	4	juillet	—	707
—	7	novembre	—	1011

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séances des	20	décembre	1904	91
—	17	janvier	1905	135
—	21	février	—	290
—	21	mars	—	401
—	11	avril	—	441
—	16	mai	—	583
—	20	juin	—	660
—	21	novembre	—	1059

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séances des	13	décembre	1904	91
—	9	janvier	1905	134
—	14	février	—	236
—	13	mars	—	400
—	11	avril	—	441
—	16	mai	—	582
—	20	juin	—	660
—	11	juillet	—	744
—	13	novembre	—	1059

Société française de Physique.

Séances des	16	décembre	1904	38
—	6	janvier	1905	91
—	20	—	—	135
—	3	février	—	185
—	17	—	—	236
—	3	mars	—	290
—	17	—	—	347
—	7	avril	—	441
—	5	mai	—	486
—	19	—	—	536
—	2	juin	—	583
—	16	—	—	660
—	7	juillet	—	707
—	17	novembre	—	1060
—	1 ^{er}	décembre	—	1116

Société chimique de Paris.

Séances des	9	décembre	1904	40
—	23	—	—	92
—	13	janvier	1905	136
—	27	—	—	187
—	10	février	—	236
—	24	—	—	292
—	10	mars	—	348
—	24	—	—	401
—	14	avril	—	487
—	12	mai	—	537
—	26	—	—	623
—	9	juin	—	708
—	23	—	—	709
—	10	novembre	—	1061
—	24	—	—	1117

SECTION DE NANCY

Séances des	1 ^{er}	février	1905	237
—	17	mai	—	537
—	20	juillet	—	744

Société Royale de Londres.

Communications reçues pendant les vacances.
40, 876, 919, 961, 1011, 1061, 1118

Séances des	17	novembre	1904	40, 93
—	24	—	—	41, 93, 136
—	1 ^{er}	décembre	—	42, 94
—	8	—	—	136, 238
—	15	—	—	137, 238
—	19	janvier	1905	293
—	26	—	—	294, 349
—	2	février	—	349, 401, 488
—	9	—	—	442, 488
—	16	—	—	489
—	23	—	—	490, 539
—	2	mars	—	584
—	9	—	—	585
—	16	—	—	585
—	23	—	—	586
—	30	—	—	624
—	6	avril	—	625, 661
—	13	—	—	661, 790, 835, 874
—	11	mai	—	661, 790, 835
—	18	—	—	710, 791, 836
—	25	—	—	746
—	8	juin	—	746, 791, 836, 874, 919

Société de Physique de Londres.

Séances des	27	janvier	1905	187
—	24	février	—	294
—	10	mars	—	349
—	24	—	—	402
—	14	avril	—	490
—	12	mai	—	586
—	16	juin	—	710
—	30	—	—	791
—	27	octobre	—	1012
—	10	novembre	—	1062
—	24	—	—	1118

Société de Chimie de Londres.

Séances des	14	décembre	1904	94
—	18	janvier	1905	137
—	25	—	—	188
—	2	février	—	188
—	15	—	—	294
—	2	mars	—	350
—	15	—	—	402
—	29	—	—	443
—	6	avril	—	490
—	19	—	—	539
—	4	mai	—	587
—	17	—	—	626
—	1 ^{er}	juin	—	662, 710
—	14	—	—	792
Communications reçues pendant les vacances.				1012, 1062
—	2	novembre	—	1119

Société anglaise des Industries chimiques.

SECTION CANADIENNE

Séances des	26	février	1905	295
-------------	----	---------	------	-----

SECTION D'ÉCOSSE

Séances des	25	octobre	1904	95
—	6	décembre	—	95
—	31	janvier	1905	295
—	7	mars	—	491

SECTION DE LIVERPOOL

Séances des	30	novembre	1904	438
—	14	décembre	—	488
—	8	février	1905	403
—	8	mars	—	491
—	12	avril	—	491

SECTION DE LONDRES

Séances des	5	décembre	1904	137
—	9	janvier	1905	188
—	6	février	—	30, 453
—	6	mars	—	491
—	1 ^{er}	mai	—	627
—	5	juin	—	747, 792
—	6	novembre	—	1120

SECTION DE MANCHESTER

Séances des	2	décembre	1904	188
—	13	janvier	1905	295
—	3	mars	—	491
—	7	avril	—	587
—	5	mai	—	627, 662

SECTION DE NEWCASTLE

Séances des	20	octobre	1904	42
—	17	novembre	—	42
—	15	décembre	—	188
—	16	février	1905	350

SECTION DE NEW-YORK

Séances des	21	octobre	1904	94
—	25	novembre	—	138, 295
—	16	décembre	—	188, 350
—	20	janvier	1905	295, 403, 491
—	24	février	—	491
—	24	mars	—	491, 627
—	19	avril	—	587
—	19	mai	—	747, 793
—	6	octobre	—	1120

SECTION DE NOTTINGHAM

Séances des	26	octobre	1904	94
—	23	novembre	—	94
—	14	décembre	—	137
—	25	janvier	1905	295
—	25	février	—	403
—	22	mars	—	491
—	24	mai	—	793
—	20	octobre	—	1119

SECTION DE SYDNEY

Séances des	12	avril	1905	627
—	10	mai	—	920

SECTION DU YORKSHIRE

Séances des	23	janvier	1905	403
—	20	février	—	403
—	20	mars	—	492, 588
—	17	avril	—	588

Académie des Sciences de Berlin.

Séances des	8	décembre	1904	238
—	15	—	—	238
—	22	—	—	239
—	12	janvier	1905	350

Séances des	19	janvier	1905	350
—	2	février	—	350
—	23	—	—	340
—	2	mars	—	340
—	9	—	—	540
—	23	—	—	588
—	30	—	—	588
—	6	avril	—	588
—	27	—	—	627
—	4	mai	—	627
—	25	—	—	711
—	22	juin	—	711
—	19	octobre	—	1063
—	26	—	—	1063

Société allemande de Physique.

Séances des	11	novembre	1904	42
—	9	décembre	—	95
—	30	—	—	95
—	20	janvier	1905	403
—	3	février	—	404
—	17	—	—	443
—	3	mars	—	443
—	17	—	—	492, 540
—	31	—	—	662
—	5	mai	—	663
—	19	—	—	711
—	2	juin	—	711
—	23	—	—	793

Académie des Sciences de Vienne.

Séances des	1 ^{er}	décembre	1904	96
—	9	—	—	96
—	15	—	—	139
—	5	janvier	1905	239
—	12	—	—	239
—	19	—	—	295
—	3	février	—	351
—	16	—	—	404
—	2	mars	—	404

Séances des	9	mars	1905	443
—	16	—	—	443
—	30	—	—	492
—	6	avril	—	588
—	14	mai	—	628
—	18	—	—	664
—	25	—	—	664
—	8	juin	—	747
—	23	—	—	794
—	6	juillet	—	794
—	43	—	—	1013
—	12	octobre	—	1014
—	19	—	—	1014
—	26	—	—	1063

Académie des Sciences d'Amsterdam.

Séances des	26	novembre	1904	43
—	24	décembre	—	96, 139
—	28	janvier	1905	239
—	25	février	—	352
—	25	mars	—	663
—	22	avril	—	711
—	27	mai	—	747
—	24	juin	—	795
—	30	septembre	—	962, 1015
—	28	octobre	—	1064, 1120

Académie Royale des Lincei.

Séances de	novembre	1904	138
—	décembre	—	138
—	janvier	1905	296
—	février	—	296
—	mars	—	444
—	avril	—	444
—	mai	—	793
—	juin	—	793
—	juillet	—	793
—	août	—	1014
—	septembre	—	1014
—	octobre	—	1014

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVI DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES¹

A

ABERRATION. — Détermination de la constante d'aberration	965	ALCOOL. — Contribution à l'étude des alcools cétoniques	1111
ABRASIFS. — L'industrie des abrasifs et le corindon. 504		ALCOOLISME. — Traité de l'Alcoolisme	579
ABSORPTION. — Note sur la fluorescence et l'absorption.	624	ALDÉHYDES. — Modes de formation et de préparation des aldéhydes saturés de la série grasse	370
ACADÉMIE. — Prix proposés par l'Académie des Sciences de Lisbonne.	246	ALGÈBRE. — Précis d'Algèbre et de Trigonométrie.	228
— Académie royale des Sciences de Lisbonne.	498	ALIMENTATION. — L'alimentation et les régimes chez l'homme sain et chez les malades.	87
— Election à l'Académie des Sciences de Paris.	629	— L'Humus et l'alimentation carbonée de la cellule végétale. 1 ^{re} partie : La théorie de Liebig.	152
ACAPNIE. — L'acapnie évitée par la respiration d'un mélange d'oxygène et d'acide carbonique.	926	— 2 ^e partie : L'assimilation des substances ternaires	205
ACCIDENTS. — Accidents du travail.	1002	— Le sucre dans l'alimentation des animaux.	230
ACCOUCHEMENT. — Crise de faux accouchement chez une tabétique	754	— Alimentation rationnelle des animaux domestiques	916
ACIDES. — Les pseudo-acides	417	— L'alimentation de la vache laitière et les conditions de son rendement	1067
— Pharmacologie de l'acide phosphorique. 1 ^{re} partie : Action digestive.	568	ALPES. — La formation des vallées des Alpes de Savoie. 462	
— 2 ^e partie : Action nerveuse et humorale.	644	AMMONIAC. — La synthèse directe de l'ammoniac.	625
— Sur les acides gallotannique et digallique	702	ANALYSE CHIMIQUE. — Précis d'Analyse chimique qualitative.	394
— Sur quelques substances dérivées de l'acide phénylcarbonique	796	— Analisi chimica qualitativa.	436
— Recherches sur les indices de réfraction de l'acide sulfurique à différentes concentrations.	874	ANALYSE MATHÉMATIQUE. — Gesammelte Werke. Die Abhandlungen zur Geometrie und Analysis.	701
— Emploi de l'acide formique en distillerie.	926	— Elementares Lehrbuch der algebraischen Analysis und der Infinitesimalrechnung	701
— Les amides des acides α et β -aminopropioniques	1120	— Analyses des matériaux d'aciéries.	916
ACIER. — Recherches physiques et physico-chimiques sur l'acier au carbone.	33	ANASTOMOSE. — Le meilleur procédé d'anastomose intestinale pour les expériences physiologiques.	545
— Propriétés élastiques de l'acier à haute température.	875	ANATOMIE. — Traité d'Anatomie pathologique.	35
ACIÉRIES. — Analyse des matériaux d'aciéries	916	— La morphogénie osseuse expliquée par l'Anatomie pathologique	217
ACOUSTIQUE. — L'acoustique des salles de réunion.	407	— Premier Congrès fédératif international d'Anatomie.	593
ADAPTATION. — Les yeux et l'adaptation au milieu chez les animaux abyssaux.	324	— Revue annuelle d'Anatomie.	1095
ADRÉNALINE. — Synthèse d'une substance alliée à l'adrénaline.	919	ANESTHÉSIE. — Un nouveau procédé pour produire l'anesthésie du corps humain.	356
— Sur l'activité physiologique de substances reliées indirectement à l'adrénaline.	919	— Un dispositif pour la production de l'anesthésie électrique.	591
— L'adrénaline, son action physiologique et ses applications thérapeutiques.	1045	— Anesthésie.	993
AÉROPLANE. — Notes sur la dynamique de l'aéroplane.	4140	ANIMAUX. — Les yeux et l'adaptation au milieu chez les animaux abyssaux.	324
AFFECTIONS MALIGNES. — Recherches sur l'absence ou la diminution marquée de l'acide chlorhydrique libre du contenu gastrique dans les affections malignes d'organes autres que l'estomac.	585	ANKYLOSTOMIASE. — L'Ankylostomiase; maladie sociale (Anémie des mineurs). Biologie, clinique, traitement, prophylaxie.	741
AFRIQUE. — Le caoutchouc dans l'Afrique occidentale française.	356	— L'Ankylostomiase (Maladie du ver des mineurs).	917
— La culture du coton en Afrique.	592	ANNÉLIDES. — Contribution à la connaissance de l'appareil digestif des Annélides Polychètes. L'épithélium intestinal de la Pectinaire.	286
— L'assistance médicale indigène en Afrique occidentale française.	668	ANTENNES. — Les arbres comme antennes de télégraphie sans fil	447
— Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française.	1054	ANTHRACÈNE. — Les dérivés γ -arylés de l'anthracène et de son dihydrure	892
AGENDA. — Agenda Lumière 1905.	654	ANTHROPOLOGIE. — Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques.	971
AIR. — Etude sur l'emploi de l'air comprimé à haute tension comme moyen de transport mécanique souterrain.	228	APHASIES. — Les aphasies musicales ou amusies.	715
— Détermination des quantités de néon et d'hélium dans l'air atmosphérique.	585	APPAREIL DIGESTIF. — Contribution à la connaissance de l'appareil digestif des Annélides Polychètes. L'épithélium intestinal de la Pectinaire.	286
ALBUMINES. — Les déviations pathologiques de la désintégration des albumines : la cystinurie.	191	APPENDICE. — Les fonctions du cæcum et de l'appendice	447
		APPENDICITE. — Appendicite.	1000
		ARBRES. — Sur la mécanique de l'ascension de la sève dans les arbres	920
		ARC. — Sur le spectre d'émission de l'arc électrique à haute tension.	442
		ARGENT. — La dépréciation du métal argent.	494

¹ Les chiffres gras reportent aux articles originaux.

ARGENT. — La nature de la réaction de l'argent dans les tissus animaux et végétaux	625	BLÉ. — Relations entre les pluies d'automne et les rendements en blé de l'année suivante.	488
ARGENT. — Les pêcheries du banc d'Arguin.	591	BLOCS. — Contributions à l'étude des blocs erratiques sédimentaires dans les Pays-Bas.	240
ARSENIC. — Chimie et toxicologie de l'arsenic et de ses composés.	429	BOIS. — Le bois	1112
ARTHROPODES. — Recherches anatomiques et biologiques sur l'autotomie et la régénération chez divers Arthropodes	1007	BOISSONS. — La falsification des boissons.	834
ASCIDIENNES. — L'œuf des Ascidiens est une mosaïque de substances déterminantes d'organes.	408	BORATES. — Quelques caractères physiques des borates de soude, avec une méthode nouvelle et rapide pour la détermination des points de fusion.	93
ASSAINISSEMENT. — Le système séparatif dans l'assainissement urbain.	497	BOURSES. — Bourses de voyage autour du monde.	754
ASSIMILATION. — Recherches expérimentales sur l'assimilation et la respiration végétales. Etude quantitative sur l'assimilation de l'acide carbonique et la température de la feuille en illumination normale	790	BOUSSOLE. — La transmission au loin des indications de la boussole	244
ASSISTANCE. — L'assistance médicale indigène en Afrique occidentale française.	668	BRÛLEURS. — Nouveaux brûleurs de laboratoire applicables au chauffage à température élevée.	92
ASSOCIATION. — L'Association caoutchoutière coloniale	545	BULBE. — Les fonctions du bulbe.	401
ASSURANCES. — Sur l'application des procédés graphiques aux calculs d'assurances.	393		
ASTROLABE. — L'instrument des hauteurs égales en Astronomie de position ou astrolabe à prisme.	1071	C	
ASTRONOMIE. — Cours élémentaire d'Astronomie et de Navigation.	128	CABLES. — Mesure de la capacité des longs câbles sous-marins	292
— Extrait du plan d'une bibliographie analytique des écrits contemporains sur l'histoire de l'Astronomie	577	CÆCUM. — Les fonctions du cœcum et de l'appendice	447
— La méthode des hauteurs égales en Astronomie de position.	972	CAFÉS. — Les cafés sans caféine.	667
— L'instrument des hauteurs égales en Astronomie de position ou astrolabe à prisme.	1071	CAILLÉS. — Préparation et maturation des caillés de fromagerie	180
ATHÉROME. — Athérome expérimental.	906	CALCUL. — Grundlinien des wissenschaftlichen Rechnens	128
ATMOSPHÈRE. — Le sondage de l'atmosphère par cerfs-volants	45	— Le calcul simplifié par les procédés mécaniques.	529
— Sur les ions de l'atmosphère.	536	CALCUL DES PROBABILITÉS. — Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihre Anwendung auf Fehlerausgleichung, Statistik und Lebensversicherung	784
— Exploration de l'atmosphère en Danemark	966	CALORIMÈTRE. — Un calorimètre de Bunsen.	91
ATLANTIQUE. — Les grands Ports français de l'Atlantique	6	— Expériences avec des calorimètres à hydrogène et à air liquides.	836
AUSTRALIE. — La question de l'eau en Australie.	1023	CANAUX. — Les canaux de Mars.	1
AUTOMOBILES. — Les perfectionnements automobiles en 1905.	956	— Canaux	869
AUTONOMASIE. — L'autonomasie	245	CANCER. — Radiothérapie et cancer	123
AUTOTOMIE. — Recherches anatomiques et biologiques sur l'autotomie et la régénération chez divers Arthropodes.	1007	— La théorie parasitaire du cancer	592
AVIATION. — Recherches nouvelles sur l'aviation.	1018	— Traitement du cancer	995
AVORTEMENT. — Avortement	1002	CANNE À SUCRE. — Culture et industrie de la canne à sucre aux îles Hawaï et à la Réunion.	397
AZOTE. — Détermination de la densité de l'oxyde d'azote	40	CAOUTCHOUC. — Le caoutchouc dans l'Afrique occidentale française.	356
— Les micro-organismes fixateurs d'azote.	343	CAPACITÉ. — Mesure de la capacité des longs câbles sous-marins	292
— Détermination de la masse atomique de l'azote	543	CAPSULES. — Les lésions du rein et des capsules surrénales	397
— L'électrochimie et les composés oxygénés de l'azote	590	CARACTÈRE. — Les mensonges du caractère.	873
— Nouvelles recherches sur le poids atomique de l'azote.	755	CARBONE. — Piles électriques à l'oxyde de carbone et au carbone.	968
		— Conductivité électrique et pouvoir de réflexion du carbone	1020
B		CARBURATEURS. — Les carburateurs	393
BACTÉRIES. — Le méthane comme nutrition carbonée (dépense de construction) et source d'énergie (dépense d'entretien) pour les bactéries.	4015	CARRIÈRE. — Du choix d'une carrière industrielle.	131
BALISTIQUE. — Recherches de Balistique extérieure	294	— Préparation aux carrières coloniales.	232
BALLONS. — Le matériel aérostatique et la construction des ballons sphériques.	670	CASIER. — Le casier sanitaire des maisons de Paris.	545
— Les voyages au long cours en ballon.	734	CATALYSE. — Le rôle de la diffusion pendant la catalyse par les métaux colloïdaux et les substances similaires.	436
— Les applications militaires de la photographie en ballon.	850	— Le rôle de la diffusion dans la catalyse du peroxyde d'hydrogène par le platine colloïdal.	625
BALLONS-SONDES. — Les ballons-sondes en haute mer	589	— La catalyse par les métaux communs	842
BARREAUX. — Vibrations latérales des barreaux chargés et non chargés	1149	CELLULE. — L'Humus et l'alimentation carbonée de la cellule végétale. 1 ^{re} partie. La théorie de Liebig.	152
BELGIQUE. — Les progrès de l'enseignement agricole en Belgique.	102	— 2 ^e partie : L'assimilation des substances ternaires.	205
— La Belgique agricole, industrielle et commerciale. Etude économique	232	CEPHALODISCUS. — Une nouvelle espèce de Cephalodiscus.	876
BERMUDES. — Création d'une Station biologique aux îles Bermudes	5	CERFS-VOLANTS. — Le sondage de l'atmosphère par cerfs-volants	45
BÉTAIL. — La production du bétail français et la consommation de la viande.	879	CERVELET. — Les centres de Bolk dans le cervelet des Mammifères.	1016
BIKHAONITINE. — La pharmacologie de l'indaconitine et de la bikhaonitine	875	CHAIRE. — La chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques au Collège de France.	359
BIOLOGIE. — Leçons de Biologie élémentaire.	531	CHALEUR. — Détermination de la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée.	624
— Les problèmes de la Biologie.	668	— L'accumulation de la chaleur solaire dans les liquides.	798
BIRÉFRINGENCE. — La biréfringence magnétique de certains liquides.	1060	— Un appareil pour mesurer l'équivalent mécanique de la chaleur.	966
		CHAMPIGNONS. — Les champignons parasites de l'homme et des animaux	873
		CHAMPS MAGNÉTIQUES. — Sur les phénomènes présentés au sein des champs magnétiques par les solutions de matières colorantes	143
		CHAUDIÈRES. — L'emploi des chaudières à tubes d'eau sur les locomotives.	445

CHAUDIÈRES. — Les explosions de chaudières et le remplacement des moteurs à vapeur par les moteurs à combustion interne.	493	COMPRESSIBILITÉ. — Sur la compressibilité des gaz entre une atmosphère et une demi-atmosphère de pression	349
CHEMINS DE FER. — Les signaux de chemins de fer et le Block système automatique.	143	CONCOURS. — Le concours international de prévision du temps.	838
— Les chemins de fer transpyréniens	145	CONDUCTIBILITÉ. — La conductibilité électrique d'une flamme de Bunsen	1119
— L'attache des rails aux traverses de chemin de fer	297	CONDUCTIVITÉS. — Effet de la température sur les conductivités thermiques de quelques isolateurs électriques	137
— Le rôle économique du chemin de fer transandin.	633	— Sur une méthode pour trouver la conductivité calorifique	294
CHÈVRE. — Insuffisance parathyroïdienne chez la chèvre	245	— Conductivité électrique et pouvoir de réflexion du carbone	1020
CHIMIE. — Revue annuelle de Chimie physiologique, 1 ^{re} partie : Constituants de l'organisme, aliments, diastases	19	CONFÉRENCE. — Conférence des Directeurs de Services météorologiques à Innsbruck	877
— 2 ^e partie : Digestion, sang, urine.	75	CONGO. — L'ivoire au Congo français.	498
— Revue annuelle de Chimie minérale	172	CONGRÈS. — Le congrès de l'Enseignement commercial	592
— Traité de Chimie minérale. Métaalloïdes et Métaux	229	— Premier Congrès fédératif international d'Anatomie.	593
— Tratado elemental de Quimica. 1 ^o Quimica inorganica. 2 ^o Quimica organica	285	— Congrès géologique international	633
— Le domaine actuel de la Chimie biologique	451	— Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques	971
— Éléments de Chimie inorganique. 1 ^o Métaalloïdes, 2 ^o Métaux.	618	CONVOLUTA. — Sur l'isolement de l'organisme infectieux (Zoochlorella) du Convoluta roscoffensis.	1118
— Traité élémentaire de Chimie organique.	618	COOLIE. — Le coolie japonais	495
CHINE. — Hygiène et vie matérielle en Chine.	195	CORINDON. — L'industrie des abrasifs et le corindon.	504
— L'éducation en Chine	882	CORPS. — Le corps humain comme source d'électricité.	631
— Le « Royaume fleuri » ou Proviuce des Quatre-flueves (Chine occidentale).	947	— La température a-t-elle une action sur le poids des corps?	966
CHIRURGIE. — Chirurgie orthopédique	231	— Les solutions périodiques dans le problème des trois corps	1065
— Leçons cliniques de Chirurgie infantile.	483	CORPUSCULES. — Les corpuscules de Negri et la rage.	5
— Chirurgie du système nerveux (crâne et encéphale, rachis et moelle, nerfs).	620	COTON. — La culture du coton dans la vallée du Niger.	498
— Travaux de Chirurgie anatomo-clinique. Voies urinaires. Testicule.	917	— Le coton en Egypte; culture, préparation, exportation.	578
— Revue annuelle de Chirurgie	993	— La culture du coton en Afrique.	592
CHLORE. — Note sur la cause de la période d'induction chimique dans l'union de l'hydrogène et du chlore	349	— La production cotonnière mondiale. Son extension nouvelle.	667
— Le poids atomique du chlore; es-ai pour déterminer l'équivalent du chlore par combustion directe avec l'hydrogène.	710	COURANTS. — Les « courants d'éclat » (réponse électrique à la stimulation) de la vésicule biliaire de la Grenouille.	402
CHROME. — La solubilité des chlorures de chrome isomères	748	— Les courants « opiniâtres »	407
CHROMOGÈNE. — Le chromogène scatolique de l'urine et le pigment qui en dérive.	1021	— Le sélénium et les courants électriques.	446
CHROMOSOMES. — Relation entre les chromosomes du noyau et la détermination du sexe chez les Insectes.	1022	COURBES. — Sur des systèmes linéaires de courbes planes algébriques	711
CHRONOMÈTRES. — Action du magnétisme sur les chronomètres.	923	COURONNE. — La structure de la couronne solaire.	103
CHUTE D'EAU. — Utilisation pratique et complète d'une chute d'eau pour tous les services d'une exploitation minière	285	— La polarisation de la couronne solaire	749
CIMENT. — La décomposition des ciments par l'eau de mer	4	CRÉATININE. — L'excrétion de la créatinine chez l'homme	964
CLIMAT. — Oscillations de l'activité solaire et du climat. — Périodicité de l'activité solaire et du climat	44	CRISTALLISATION. — Krystallisieren und Schmelzen.	433
COEUR. — Les nerfs du cœur (Anatomie et Physiologie).	703	CRISTAUX. — Cristaux liquides.	957
— Résurrection du cœur. La vie du cœur isolé. Le massage du cœur.	788	— Cristaux liquides et liquides cristallins	983
COHÉREUR. — L'influence de l'ionisation sur la conductivité des cohéreurs.	878	CROIX-ROUGE. — La Croix-Rouge japonaise	632
COLLÈGE. — La chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques du Collège de France	359	CRUES. — Relations entre les variations de la pression atmosphérique dans le nord-est de l'Afrique et les crues du Nil	488
— Cours du Collège de France de 1880 à 1904 et Travaux du Laboratoire de 1871 à 1904	481	CRUSTACÉS. — Recherches sur la physiologie de la coloration des Crustacés supérieurs.	539
COLLOÏDES. — Le rôle des colloïdes en Biologie. Découverte de kinasés artificielles	640	CUBATURE. — Leçons sur la topométrie et la cubature des terrasses.	433
COLOMBIE. — Introduccion al estudio de los Minerales de Colombia. Clasificacion de los Minerales de Colombia. Minerales alcalinos y terrosos de Colombia. Gemas y Minerales litoïdes de Colombia.	230	CYCLONES. — The cyclones of the Far East.	871
— Mineralizadores y minerales metalicos de Colombia.	916	CYSTINURIE. — Les déviations pathologiques de la désintégration des albumines: la cystinurie.	491
COLORATION. — Un nouvel appareil pour la mesure de la coloration.	836	CYTOLOGIE. — Traité d'Histologie. 1 ^o Cytologie générale et spéciale	86
COLORIMÉTRIE. — La colorimétrie et la méthode colorimétrique pour déterminer la constante de dissociation des acides.	796	D	
COMÈTE. — La nouvelle comète à courte période « 1904 c ».	189	DANEMARK. — Exploration de l'atmosphère en Danemark.	966
COMPLEXE. — Sur un complexe tétraédral particulier. — Sur un groupe de complexes à cônes de complexes rationnels.	352	DÉBOISEMENT. — Houille blanche, déboisement et droit de propriété	665
— Un groupe de complexes des rayons algébriques.	663	DÉCHARGE DISRUPTIVE. — La décharge disruptive.	236
— Le complexe tétraédral	963	DÉCHETS. — Les déchets industriels. Récupération. Utilisation.	1066
		DÉMOCRATIE. — La démocratie en Nouvelle-Zélande.	182
		DENSITÉ. — Déterminations de la densité de l'oxyde d'azote.	40
		DENTS. — Sur les prétendues dents aurifiées des moutons australiens.	926
		DÉSINFECTIION. — Causeries sanitaires. Désinfection.	704
		DESSINS. — Les dessins sur la peau des Vertébrés en rapport avec la métamérie cutanée	1016
		DIABÈTE. — Diabète et ilots de Langerhans	1068

DIAMANT. — Une nouvelle formation du diamant.	961	ELECTROTECHNIQUE. — Les tendances et les recherches actuelles de l'électrotechnique.	547
DIASTASES. — Lois d'action des diastases.	347	ÉLÉMENTS. — Les indices de réfraction des éléments.	41
DIFFUSION. — Le rôle de la diffusion pendant la catalyse par les métaux colloïdaux et les substances similaires.	136	EMANATION. — Lois de la disparition de la radioactivité induite par l'émanation du radium	294
DILATATION. — Dilatation et température de fusion des métaux.	1019	ÉMAUX. — La fabrication des émaux et l'émaillage	783
DISSOCIATION. — La colorimétrie et la méthode colorimétrique pour déterminer la constante de dissociation des acides.	796	EMBRYOGÉNIE. — L'œuf humain et les premiers stades de son développement. Eléments d'Embryogénie.	397
DISSOLUTION. — Recherches sur la vitesse de dissolution des sels dans leurs solutions aqueuses	85	EMBRYOLOGIE. — Revue annuelle d'Embryologie	376
DISTILLATION. — Fractionnal distillation	342	EMULSION. — Sur l'existence probable de l'emulsion dans la levure.	1011
DISTILLERIE. — L'emploi de l'acide formique en distillerie.	926	ENFANCE. — La protection de l'enfance en Indo-Chine.	668
DOCTEURS. — Les docteurs en médecine candidats au doctorat ès sciences.	754	ENFANTS. — Traité d'hygiène et de pathologie du nourrisson et des enfants du premier âge.	437, 1008
DOCTRINES. — Les doctrines médicales. Leur évolution.	834	ENSEIGNEMENT. — Les progrès de l'enseignement agricole en Belgique	102
DYNAMO. — La machine dynamo à courant continu.	179	— Création à la Faculté de Médecine de Lyon d'un enseignement spécial pour les candidats à l'École de santé militaire.	145
— Un nouveau type de dynamo.	494	— A propos d'enseignement.	192
DYSENTERIE. — Transmissibilité de la dysenterie américaine en France	49	— L'enseignement des Sciences naturelles comme instrument d'éducation philosophique.	276
DYSOSTOSE. — Dysostose cléido-cranienne héréditaire.	881	— L'enseignement technique dans les Universités. L'Institut électrotechnique de l'Université de Lille	316
E		— Le Congrès de l'Enseignement commercial.	592
EAU OXYGÉNÉE. — Réactions obtenues avec l'eau oxygénée.	175	— L'esprit scientifique dans l'enseignement commercial.	649
EAUX. — Aménagement des eaux à Java. Irrigation des rizières.	341	— L'enseignement des Sciences appliquées à l'Institut de Physique de l'Université de Fribourg	773
— Alimentation des campagnes en eau potable.	800	ENSEMBLES. — La théorie des ensembles	241
— Etude d'un procédé de nitrification en rapport avec la purification des eaux d'égout.	835	— Les principes des Mathématiques et le problème des ensembles.	541
— La question de l'eau en Australie	1023	ENZYMES. — Action des acides et celle des enzymes.	1011
ECHINOCOCCOSE. — Echinococcose	913	EQUILIBRE. — L'équilibre thermique	487
ECLAIRAGE. — L'éclairage par les lampes Cooper Hewitt	244	— Sur les équilibres occultes dans les sections (p, x) d'un système binaire en rapport avec la présence de matières solides	796
— Eclairage (huiles, alcool, gaz, électricité, photométrie)	530	EQUIVALENT. — Un appareil pour mesurer l'équivalent mécanique de la chaleur	966
ECLIPSE. — La prochaine éclipse totale de Soleil	663	ERYSIPE GRAMINIS. — Sur une adaptation endophytique présentée par l' <i>Erysiphe Graminis</i> D. C. dans certaines conditions de culture.	626
— Les bandes d'ombre pendant les éclipses totales.	1018	ESPACES. — L'équation qui détermine les angles entre deux espaces polydimensionaux.	44
ÉCOLES. — Ecole pratique des Hautes-Études.	450	— La perception visuelle de l'espace	938
— Ecole nationale supérieure des Mines	498	— La projection centrale dans l'espace de Lobatchefsky.	963
— Une Ecole navale de Commerce en Espagne	498	ESTOMAC. — Maladies de l'estomac.	908
— Ecole de Physique et de Chimie de la Ville de Paris.	546	ÉTAIN. — La récupération électrolytique de l'étain des vieux fers-blancs.	244
— Ecole Polytechnique.	800	ÉTOILES. — Nouvelles recherches sur la classification thermique des étoiles.	584
— Les candidats aux Ecoles militaires	800	— Observations d'étoiles faites dans quelques cercles de pierres anglaises.	624
— Ecole de Marine de Paris	1070	— Evolution du spectre d'une étoile pendant sa croissance d'une nébuleuse	875
ECONOMIE. — L'économie pastorale dans les Pyrénées.	777	ÉTUDES. — L'organisation des études médicales.	841
ÉCREVISSE. — Les animaux de laboratoire; l'écrevisse (Anatomie et dissection).	579	ÉTUDIANTS. — Statistique des étudiants.	498
ÉCRITURES. — La transmission à distance des écritures et dessins.	924	— Le nombre des étudiants en Allemagne	1070
ÉDUCATION. — L'éducation en Chine	882	EUROPIUM. — Sur l'euproprium et son spectre ultra-violet. — Le spectre de phosphorescence de l'euproprium pur.	443, 875
EFFET. — La cause de l'effet de Volta.	494	EXERCICES. — Les exercices physiques et le développement intellectuel	181
— Détermination de l'effet Thomson dans le mercure.	964	EXPÉRIENCES. — Recueil d'expériences élémentaires de Physique.	530
EJECTEURS. — Théorie du fonctionnement des ejecteurs à vapeur	1116	— A propos des expériences de M. Burke.	631
ELECTIONS. — La théorie des élections et la représentation proportionnelle. 1 ^{re} partie : Système majoritaire et systèmes de répartition proportionnelle.	111	EXPLOITATION. — Le problème de l'exploitation agricole en Guinée française.	423
— 2 ^e partie : Examen critique des théories sur lesquelles s'appuie le système d'Hondt.	158	EXPLOSIFS. — Sur les explosifs.	791
ELECTRICITÉ. — L'électricité à la portée de tout le monde	129	EXPLOSIONS. — Les explosions de chaudières et le remplacement des moteurs à vapeur par les moteurs à combustion interne.	493
— L'année électrique	129		
— Le régime futur de l'électricité à Paris.	354	F	
— L'électricité atmosphérique sous les hautes latitudes.	584	FAISANS. — Tremblement congénital chez des faisans	754
— Traité général de l'emploi de l'électricité dans l'industrie minière	617	FALSIFICATION. — Falsification des boissons.	834
— Le corps humain comme source d'électricité.	631	FÉCONDATION. — Recherches nouvelles sur la fécondation.	378
ELECTROCHIMIE. — Lois fondamentales de l'Electrochimie	577	— Les connaissances actuelles sur la fécondation chez les Phanérogames.	436
— L'Electrochimie et les composés oxygénés et hydrogénés de l'azote.	590	FER. — Effet de la température de l'air liquide sur les propriétés mécaniques et autres du fer et de ses alliages.	238
ELECTROLYTES. — Théorie des électrolytes amphotères	93	— Thermo-électricité du fer et des aciers.	285
— Rapports des dimensions des ions avec la conductibilité des électrolytes	585		
ELECTRON. — Déduction simplifiée du champ et des forces agissant sur un électron en mouvement.	11		
— Le mouvement des électrons dans les métaux.	139, 250		
— La physique des électrons.	252		
— Le mouvement des électrons dans les métaux.	663		
ELECTROTECHNIQUE. — Electrotechnique appliquée.	229		

FER.—Éléments de Sidérologie. 1^{re} partie : Constitution des alliages de fer et des scories. 481
 — La préparation du fer colloïdal 800
 — Détermination des qualités magnétiques du fer. 839
 — Les phénomènes qui accompagnent la réduction du fer 925

FERMENTATION. — Le mécanisme de la fermentation des sucres 1011

FERRO-CYANIQUES. — La constitution des combinaisons ferro-cyaniques bleues 298

FEUILLES. — Les processus physiologiques des feuilles vertes 586
 — Sur l'émissivité thermique d'une feuille verte dans l'air tranquille et en mouvement. 586

FEZ. — La ville de Fez. 634

FIBRES. — La structure et la fonction des fibres nerveuses 746

FIBRINOGENE. — Origine du fibrinogène 335

FIÈVRE. — La fièvre bilieuse hémoglobinurique dans le bassin du Congo 102
 — Propagation de la fièvre méditerranéenne par les chèvres. 876

FILS MÉTALLIQUES. — Procédé de fabrication électrolytique de fils métalliques très fins. 584

FLUIDES. — Une question relative au mécanisme des fluides 46

FLUOR. — Détermination quantitative du fluor par perte de poids 618
 — Indice de réfraction du fluor gazeux. 875

FLUORESCENCE. — Note sur la fluorescence et l'absorption 624
 — Le spectre d'absorption et la fluorescence de la vapeur de mercure. 920

FOIE. — Modifications de la coagulabilité du sang consécutives à la destruction expérimentale du foie 1022

FONCTIONS. — Einleitung in die Functionentheorie. 480
 — Introduction à la théorie des fonctions d'une variable, tome I. Nombres irrationnels, ensembles, limites, séries, produits infinis, fonctions élémentaires, dérivées. 576
 — Leçons sur les fonctions de variables réelles et les développements en séries de polynômes 633
 — Lehrbuch der Thetafunktionen 831
 — Leçons sur les fonctions discontinues 914

FONDATION. — La fondation ophtalmologique Adolphe de Rothschild. 857

FORCES. — Nouveau procédé pour amorcer les forces au moyen de sons. 838

FOUR. — Sur un nouveau type de four électrique avec une nouvelle détermination du point de fusion du platine. 661

FRACTIONS. — Sur les fractions continues algébriques. 869

FRANKLINISATION. — La Franklinisation réhabilitée 131

FREIN. — Dispositif de frein synchronisant électromagnétique 186

FRIGORIFIQUES. — Nouvelles machines frigorifiques à affinité 100
 — Une nouvelle machine frigorifique. 1116

FROMAGERIE. — Préparation et maturation des caillés de fromagerie. 180

FUSION. — Krystallisieren und Schmelzen 433
 — Dilatation et température de fusion des métaux. 1019

G

GADOLINIUM. — Le spectre ultra-violet du gadolinium. 238

GALVANOMÈTRE. — Analyse des courbes obtenues à l'aide du galvanomètre à corde. Masse et tension du fil de quartz et résistance du mouvement du fil. 712

GASTRULA. — Théories sur l'évolution de la gastrula chez les Vertébrés 389

GASTRULATION. — La gastrulation des Vertébrés. 382

GAZ. — Les turbines à gaz 353
 — Les gaz monoatomiques, le mercure, le thallium, le plomb, l'or dans la classification 728
 — The dynamical theory of gases. 915
 — Experimentelle Untersuchung von Gasen 1005

GAZOGÈNES. — Manuel pratique des moteurs à gaz et gazogènes. 914

GAZOLINE. — Les locomotives à gazoline. 837

GÉNIO-SPASMES. — Génio-spasmes et génio-tics 669

GÉOGRAPHIE. — Société de Géographie de Paris. 300
 — Geografia fisica y esferica de las provincias del Paraguay, y misiones Guaranies. 1006

GÉOLOGIE. — La Géologie du Maroc 752
 — Notions de Géologie appliquées au département de la Savoie. 872

GÉOLOGIE. — La Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Turin (septembre 1905). 1091

GÉOMÉTRIE. — Gesammelte Werke. Die Abhandlungen zur Geometrie und Analysis. 701

GIGANTISME. — Type infantile du gigantisme. 299

GLACE. — Le dégel de la glace flottante 140

GOUTTE. — Goutte 908

GRAISSAGE. — Le graissage industriel. 738

GRAISSES. — La saponification des corps gras 1029

GRAVITATION. — Recherches sur la gravitation. 1061

GRENUILLE. — La mort d'une grenouille célebre. 144
 — Les « courants d'éclat » (réponse électrique à la stimulation) de la vésicule biliaire de la grenouille 402

GUINÉE. — Le problème de l'exploitation agricole en Guinée française 423
 — Les travaux de la Mission Maclaud pour la délimitation de la frontière entre la Guinée française, la Casamance et la Guinée portugaise. 970

GYMNOSPERMES. — Une nouvelle classe de Gymnospermes, les Ptéridospermées. 718

H

HABITATION. — La tuberculose et l'habitation urbaine. 881

HALOGÈNES. — Les hydrures d'halogènes comme solvants conducteurs. III. Les nombres de transport. 238

HAUTEURS. — La méthode des hauteurs égales en Astronomie de position. 972
 — L'instrument des hauteurs égales en Astronomie de position ou astrolabe à prisme. 1071

HÉLIUM. — Détermination des quantités de néon et d'hélium dans l'air atmosphérique. 585
 — Nouvel essai infructueux de liquéfaction de l'hélium. 878

HÉMIÈDÈMES. — Les hémicédèmes chez les hémiplégiques 245

HÉMIPLÉGIQUES. — Les hémicédèmes chez les hémiplégiques 245

HISTIDINE. — La constitution de l'histidine. 969

HISTOIRE. — Auguste Comte et l'histoire des Sciences. 410
 — Auguste Comte et l'histoire scientifique. Remarques sur l'article posthume de Paul Tannery. 694

HISTOLOGIE. — Traité d'Histologie. 1^{re} Cytologie générale et spéciale 86

HOMOCHROMIE. — Valeur de l'homochromie comme moyen de défense 100

HORLOGES. — L'emploi des ondes hertziennes pour le réglage des horloges-étalons 1020
 — Sur les horloges sympathiques de Huygens et les phénomènes analogues, en rapport avec les vibrations principales et composées d'un mécanisme à un seul degré de liberté portant deux pendules. 1064

HOUILLE. — Houille blanche, déboisement et droit de propriété 665

HUITRES. — Expériences sur la croissance des huitres. 447

HUMUS. — L'humus et l'alimentation carbonée de la cellule végétale. 1^{re} partie : La théorie de Liebig. 153
 — 2^e partie : L'assimilation des substances ternaires. 205
 — Essai d'hydraulique souterraine et fluviale. 495

HYDRAULIQUE. — L'hydraulique agricole 1004

HYDROCARBONÉS. — La synthèse végétale des corps hydrocarbonés 928

HYDROGÉNATION. — Nouvelles méthodes générales d'hydrogénation et de dédoublement moléculaire basées sur l'emploi des Métaux divisés. 1006

HYDROGÈNE. — Note sur la cause de la période d'induction chimique dans l'union de l'hydrogène et du chlore 349

HYGIÈNE. — Hygiène et vie matérielle en Chine. 195
 — Traité d'Hygiène et de Pathologie du nourrisson et des enfants du premier âge. 437
 — L'Hygiène pour tous. 873
 — Manuel pratique d'Hygiène à l'usage des médecins et des étudiants 959

HYPERSPACES. — La somme des angles du triangle et les hyperspaces 141

HYSTÉRECTOMIE. — Hystérectomie vaginale ou abdominale 1001

I

IMMUNITÉ. — La nutrition dans ses rapports avec l'immunité 35

INDACONITINE. — La pharmacologie de l'indaconitine et de la bikhaconitine 875

INDO-CHINE. — La protection de l'enfance en Indo-Chine.	668	LIQUÉFACTION. — Nouvel essai infructueux de liquéfaction de l'hélium	878
— L'Indo-Chine française et ses chemins de fer.	881	LIQUIDE. — Ecoulement du liquide céphalo-rachidien par le nez.	245
INSCRIPTION. — Note sur un dispositif pour inscription graphique.	707	— L'accumulation de la chaleur solaire dans les liquides.	798
INSECTES. — Un instrument pour l'observation de la vie des insectes.	490	LOCALISATION. — Nouvelles études histologiques sur la localisation de la fonction cérébrale. Les cerveaux de Felis, Canis et Sus comparés avec celui de l'Homme.	293
INSTITUT. — L'Institut géographique de Bruxelles	357	— La question des localisations cérébrales	880
— Institut de France. Les subventions du legs Debrousse	357	LOCOMOTIVES. — Les derniers progrès des locomotives à vapeur et électriques	1
— L'Institut international agricole	631	— L'emploi des chaudières à tubes d'eau sur les locomotives.	445
INSUFFISANCE. — Insuffisance parathyroïdienne chez la chèvre	245	— Les locomotives à gazoline	837
INTELLIGENCE. — L'étude expérimentale de l'intelligence.	35	LOI. — Recherches sur la loi de Draper	298
INTESTIN. — Tumeurs du gros intestin.	1000	LOIRE. — La Loire navigable et le projet du « Grand central » français.	448
— Les conquêtes récentes de la Biologie dans le domaine du chimisme intestinal.	1084	LOMBRICS. — Pseudo-tuberculose due à des lombrics.	409
INTUMESCENCES. — Nouvelles expériences et recherches histologiques sur les intumescences, avec quelques observations sur la division nucléaire dans les tissus pathologiques.	626	LUMIÈRE. — Une théorie mathématique de la réflexion de la lumière près de l'angle de polarisation.	488
INVERSION. — Sur la fonction photographique dans ses rapports avec les phénomènes d'inversion.	38	— Das elektrische Bogenlicht, seine Entwicklung und seine physikalischen Grundlagen	832
ION. — Sur les ions de l'atmosphère.	536	— La théorie de la réflexion de la lumière par des corps non complètement transparents.	964
— Rapports des dimensions des ions avec la conductibilité des électrolytes	585	LUMINESCENCE. — Les phénomènes de luminescence et leurs causes	683
IONISATION. — Enregistrement continu de l'ionisation atmosphérique	290	LUNETTE. — Lunette méridienne photographique	922
— L'influence de l'ionisation sur la conductivité des cohérents.	878		
IRRIGATION. — Aménagement des eaux à Java. Irrigation des rizières.	341	M	
ISOLATEURS. — Effet de la température sur les conductivités thermiques de quelques isolateurs électriques	137	MACHINES. — La pratique des machines à bois	32
ITALIE. — Application de la méthode tectonique à la métallogénie de la région italienne	842	— Manuel de la machine à vapeur	529
IVOIRE. — L'ivoire au Congo français	498	— Les progrès de la surchauffe dans les machines à vapeur	749
		— Cours de Mécanique appliquée aux machines. Théorie des machines thermiques	1052
J		MADAGASCAR. — La situation économique de Madagascar	841
JAPON. — Au Japon. Impressions de voyage	33	MAGNÉTISME. — Les travaux récents de magnétisme terrestre dans la France centrale. Le présent et le passé magnétiques des volcans d'Auvergne	804
— La Croix-Rouge japonaise	632	— Action du magnétisme sur les chronomètres.	923
JUPITER. — La sixième satellite de Jupiter	242	— Le magnétisme des alliages du manganèse.	1066
		MALADIES. — Manuel pour l'étude des maladies du système nerveux	231
K		— Les frontières de la maladie.	287
KINASES. — Le rôle des colloïdes en Biologie. Découverte de kinases artificielles.	610	MALARIA. — La transmission du parasite de la malaria à travers le placenta	145
		MANGANÈSE. — Le magnétisme des alliages du manganèse	1066
L		MANIPULATIONS. — Manipulations et études électrotechniques	394
LABORATOIRE. — Les animaux de laboratoire; l'écrivisse (Anatomie et dissection).	579	MANOMÈTRE. — Un manomètre absolu	441
— Du laboratoire à l'usine.	1052	MARCHE. — Rôle des muscles spinaux dans la marche chez l'homme.	299
LAMPE. — Lampe à lumière oxy-acétylénique de la Compagnie française de l'Acétylène dissous	91	MAROC. — Trois mois de campagne au Maroc	578
— Nouvelle lampe à vapeur de mercure à l'Exposition de Saint-Louis	100	— La géologie du Maroc	752
— La nouvelle lampe à incandescence électrique au tantale	143	MARS. — Les canaux de Mars	1
— L'éclairage par les lampes Cooper Hewitt	244	MASSÉ. — Résultats de la nouvelle détermination de la masse du décimètre cube d'eau pure	487
— La lampe et la soupape à mercure de Cooper Hewitt	934	MATÉRIAUX. — Essais des matériaux hydrauliques	84
— Comparaison des lampes au tantale et des lampes à filament de charbon.	968	MATHÉMATIQUES. — Geschichte der Mathematik im XVI ^m und XVII ^m Jahrhundert.	284
— Lampe de sûreté système Tommasi.	1067	— Obras sobre Matematica.	393
LAPIN. — Recherches sur l'ovulation et la dégénérescence des œufs chez le lapin	661	— Les principes des Mathématiques et le problème des ensembles	541
LÉMAN. — Le Léman	395	MATIÈRE. — Les hypothèses modernes sur la constitution électrique de la matière	654
LEVURE. — Sur l'existence probable de l'émulsine dans la levure	1011	— Matière et mouvement. Bases d'une Mécanique objective opposée à la Mécanique classique	797
LIEGE. — Le liège, ses produits et ses sous-produits	1007	MATIÈRES COLORANTES. — Les idées actuelles sur la constitution des matières colorantes du triphénylméthane	558
LIGNE. — Sur la ligne stellaire située près de λ 4.686.	442	MATIÈRE MÉDICALE. — Leçons de Pharmacodynamie et de Matière médicale. 4 ^e série : Antithermiques, analgésiques. 5 ^e série : Modificateurs du système nerveux périphérique et névro-musculaire	181
— Influence des collisions et du mouvement des molécules dans la ligne de visée sur la constitution d'une ligne spectrale.	919	— Les principes des Mathématiques et le problème des ensembles	541
— Propriétés de la ligne critique (ligne des points de plissement) du côté des composantes	963	MÉCANIQUE. — Mechanics	179
— Les valeurs numériques exactes pour les propriétés de la ligne des points de plissement du côté des composantes.	963	— Matière et mouvement. Bases d'une Mécanique objective opposée à la Mécanique classique	797
— Les différentes branches de la ligne des trois phases pour solide, liquide et vapeur en des systèmes binaires, où se présente une combinaison.	1064	— Revue annuelle de Mécanique appliquée	821
LIPASE. — Recherches sur la lipase du ricin	1014	— Die technische Mechanik. Die Mechanik starrer Körper	914
		— Cours de Mécanique appliquée aux machines. Théorie des machines thermiques	1052

MÉDECINE. — Revue annuelle de Médecine 904

MÉDICAMENTS. — Guide pratique pour l'essai des médicaments chimiques 1053

MÉNINGITE. — Traitement de la méningite d'origine auriculaire 998

MENSONGES. — Les mensonges du caractère 873

MERCURE. — Les gaz monoatomiques, le mercure, le thallium, le plomb, l'or dans la classification 728

— Le spectre d'absorption et la fluorescence de la vapeur de mercure 920

MÉTALLOGÉNIE. — Application de la méthode tectonique à la métallogénie de la région italienne 842

MÉTALLOGRAPHIE. — Métallographie 342

MÉTALLOÏDES. — Traité de Chimie minérale. Métalloïdes et Métaux 229

MÉTAMÉRIE. — Les dessins sur la peau des Vertébrés en rapport avec la métamérie cutanée 1016

MÉTAUX. — Métaux divisés 176

— Traité de Chimie minérale. Métalloïdes et Métaux 229

— La résistance au contact de deux métaux 486

— Les effets des tensions momentanées dans les métaux 489

— Nouvelle méthode pour étudier la micro-structure des métaux 489

— Le mouvement des électrons dans les métaux 663

— Spectres des métaux alcalins; centres d'émission des différentes séries 666

— La catalyse par les métaux communs 842

— Procédés métallurgiques et étude des métaux 872

— Influence des changements de phase sur la ténacité des métaux ductiles à la température ordinaire et au point d'ébullition de l'air liquide 661

MÉTÉOROLOGIE. — Intéressante installation météorologique 713

— Physique du globe et Météorologie 738

— La Conférence des directeurs de services météorologiques à Innsbruck 877

— Les courbes de fréquence de quantités météorologiques 964

MÉTHANE. — Le méthane comme nutrition carbonée (dépense de construction) et source d'énergie (dépense d'entretien) pour les bactéries 1015

MÉTHODE. — Réflexions sur la méthode heuristique 499

MEUNIER. — Manuel du constructeur de moulins et du meunier 956

MICROBES. — La vie dans la nature à l'abri des microbes 495

MICROMÈTRE. — Le micromètre électrique 835

MICRO-ORGANISMES. — Les micro-organismes fixateurs d'azote 343

MICROPHOTOGRAPHIE. — La microphotographie en lumière ultra-violette 147

MICROSCOPE. — Le microscope polarisant. Guide pratique pour les études élémentaires de cristallographie et d'optique 33

MIGRAINE. — Migraine ophtalmique 145

MINÉRAUX. — Introduction au studio de los Minerales de Colombia. Clasificación de los Minerales de Colombia. Minerales alcalinos y terrosos de Colombia. Gemas y minerales litoides de Colombia. — Mineralizadores y minerales metalicos de Colombia 230

— Détermination des espèces minérales 916

— 1053

MINES. — Utilisation pratique et complète d'une chute d'eau pour tous les services d'une exploitation minière 283

— Cours d'exploitation des mines 480

— Traité général de l'emploi de l'électricité dans l'industrie minière 617

— L'exploitation des mines aux grandes profondeurs 630

MISCIBILITÉ. — Sur quelques phénomènes remarquables qui se présentent en cas de miscibilité restreinte de deux liquides dont l'un est anomal, comme l'eau 240

MISSION. — Les travaux scientifiques de la Mission de délimitation du Niger au Tchad (Mission Moll) 716

— Les travaux de la Mission Maclaud pour la délimitation de la frontière entre la Guinée française, la Casamance et la Guinée portugaise 970

MONUMENT. — Le monument Dehérain-Sanson-Mussat à l'École de Grignon 593

MONZONI. — The geological structure of Monzoni and Fassa 130

MORPHOGÉNIE. — La morphogénie osseuse expliquée par l'anatomie pathologique 217

MOSCOU. — Moscou (Les villes d'art célèbres) 834

MOTEURS. — Les explosions de chaudières et le remplacement des moteurs à vapeur par les moteurs à combustion interne 493

— Manuel pratique des moteurs à gaz et gazogènes 914

MOTOCYCLETTES. — Les motocyclettes 701

MOULINS. — Manuel du constructeur de moulins et du meunier 956

MOUSTIQUES. — Les moustiques; histoire naturelle et médicale 532

MOUTONS. — Sur les prétendues dents aurifiées des moutons australiens 926

MOUVEMENTS. — Mécanisme et éducation des mouvements 437

— Matière et mouvement. Bases d'une Mécanique objective opposée à la Mécanique classique 797

MUSCLES. — Rôle des muscles spinaux dans la marche chez l'homme 299

MUSÉUM. — Au Muséum d'Histoire naturelle. 300, 449, — Le laboratoire colonial du Muséum d'Histoire naturelle de Paris 1023

MUSICIENS. — Le surmenage des musiciens 47

MYCOLOGIE. — Manuel de Mycologie technique 180

N

NATURE. — La nature et la vie 1034

NAVIGATION. — Cours élémentaire d'Astronomie et de Navigation 128

— Leçons sur la navigation aérienne 870

— Un nouvel essai de navigation aérienne par le plus lourd que l'air 939

NAVIRES. — La prophylaxie de la tuberculose à bord des navires de commerce 840

NÉCROLOGIE. — La vie et l'œuvre de Sarrau 7

— Paul Tannery 97

— J. E. Dulton 405

— Le docteur Henri Parinaud 629

— Ernest-Adolphe Bichat 665

— L'œuvre agricole de M. P.-P. Dehérain 752

— E. R. Thalén 797

— Le Commandant Massenet 921

— La vie et les travaux de Hertz. Mémoire posthume et inédit de H. von Helmholtz 1024

NÉON. — Détermination des quantités de néon et d'hélium dans l'air atmosphérique 583

NERFS. — Les nerfs du cœur (Anatomie et physiologie) 703

NEURASTHÉNIE. — La neurasthénie biliaire 409

— Neurasthénie de l'ouvrier et du pauvre 669

NIAGARA. — L'utilisation locale des chutes du Niagara 878

NIGER. — La culture du coton dans la vallée du Niger. — Les travaux scientifiques de la Mission de délimitation du Niger au Tchad (Mission Moll) 716

NITRIFICATION. — Etude d'un procédé de nitrification en rapport avec la purification des eaux d'égout 835

NOURRISSON. — Traité d'hygiène et de pathologie du nourrisson et des enfants du premier âge 437, 1008

NOUVELLE-ZÉLANDE. — La démocratie en Nouvelle-Zélande 182

NUTRITION. — Recherches sur la nutrition carbonée des plantes vertes à l'aide de matières organiques 34

— La nutrition dans ses rapports avec l'immunité 35

O

OBJECTIFS. — La théorie des objectifs optiques symétriques 294

— Méthodes employées au Laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers pour l'étude des objectifs photographiques 707

OBSERVATOIRE. — Observatoire national de Besançon. — Anuario del Observatorio astronomico de Santiago de Chile 1004

Océan. — L'Océan, ses lois et ses problèmes 655

OEOPHAGE. — Corps étrangers de l'œsophage 999

ŒUF. — L'œuf humain et les premiers stades de son développement. Eléments d'Embryogénie 397

— L'œuf des Ascidies est une mosaïque de substances déterminantes d'organes 408

ONDES. — L'emploi des ondes hertziennes pour le réglage des horloges étalons 1020

OPHTALMOLOGIE. — La fondation ophtalmologique Adolphe de Rothschild 857

OR. — Les gaz monoatomiques, le mercure, le thallium, le plomb, l'or dans la classification 728

ORbite. — Formules exactes d'approximation pour le rapport des triangles dans la détermination d'une orbite elliptique par trois observations 795

ORBITE. — L'orbite du premier satellite d'Uranus. . .	963	PHOTOGRAPHIES. — Photographies en couleurs obtenues par la méthode interférentielle, sans miroir de mercure	39
OREILLE. — La sensibilité de l'oreille humaine pour des sons de différentes hauteurs produits par des tuyaux d'orgue	240	— Photographie en couleur par la méthode Lippmann	100
ORTHOGRAPHIE. — L'Orthodiagraphie	798	— Recherches expérimentales pour la représentation de la fonction photographique.	186
OSCILLATION. — La conversion des oscillations électriques en courants continus au moyen d'une soupape à vide.	488	— La théorie des processus photographiques.	401, 625
OSMOSE. — Sur quelques particularités de l'osmose des solutions aqueuses	661	— Photographies en couleurs du spectre négatives par transmission	660
OTITES. — Traitement des otites moyennes aiguës.	997	— La photographie animale	751
OVAIRE. — L'origine et l'évolution des cellules interstitielles de l'ovaire du lapin	4118	— Les applications militaires de la photographie en ballon	850
OVULATION. — Recherches sur l'ovulation et la dégénérescence des œufs chez le lapin	661	PHYSICO-CHEMIE. — Traité élémentaire de Physico-Chimie	702
OXYDE DE CARBONE. — Appareil automatique avertisseur d'oxyde de carbone.	186	— Landolt-Boernstein physikalisch-chemische Tabellen.	833
OZONE. — L'ozone et ses applications industrielles	634	PHYSIOLOGIE. — Revue annuelle de Physiologie	517
P		— Traité de Physiologie. 1 ^o Fonctions d'innervation. 2 ^e Fonctions élémentaires.	619
PAPIER. — L'emploi du papier comme préservatif du fer et de l'acier contre la rouille.	926	— Studies in general Physiology.	786
PARAGUAY. — Geografía física y esférica de las provincias del Paraguay, y misiones Guaranies	1006	PHYSIQUE. — Recueil d'expériences élémentaires de Physique	530
PARALLAXE. — Détermination spectrographique de la parallaxe solaire	1017	— Physique du globe et Météorologie.	738
PARALYSIE. — Syphilis et paralysie générale.	448	— Précis de Physique biologique.	1053
PARC. — Le nouveau parc zoologique de New-York.	344	PICARDIE. — La Picardie et les régions voisines : Artois, Cambrésis, Beauvaisis.	1111
PARIS. — Le Port de Paris.	927	PILES. — Communication préliminaire sur les piles galvaniques produites par l'action de la lumière.	136
PARTHÉNOGÈSE. — Parthénogénèse naturelle et artificielle.	376	— Une pile themique à vide.	923
PEAU. — Présence d'une tyrosinase dans la peau de certains Vertébrés.	42	— Piles électriques à l'oxyde de carbone et au carbone	968
PÊCHE. — Travaux de la Station de recherches relatives à la pêche maritime à Ostende.	833	PLACENTA. — La transmission du parasite de la malaria à travers le placenta.	143
PÊCHERIES. — Les pêcheries du banc d'Arguin.	591	— La morphologie du placenta des Ongulés, en particulier le développement de cet organe chez le mouton; et notes sur le placenta de l'Éléphant et de l'Hyrax	919
PÉDAGOGIE. — Un Laboratoire de Pédagogie normale	1069	PLAISIR. — Travail et plaisir. Nouvelles études expérimentales de Psycho-mécanique.	287
PEINTURES. — L'action bactéricide des peintures murales	840	PLANTES. — La respiration des plantes vertes	594
PENDULE. — Pendule en acier-nickel entretenu électriquement.	141	PLATE-FORME. — Un projet de plate-forme roulante à New-York.	590
— Sur les observations faites avec un pendule horizontal dans les régions antarctiques au cours de l'expédition de la « Discovery ».	836	PLATINE. — Sur un nouveau type de four électrique avec une nouvelle détermination du point de fusion du platine	661
PERCEPTION. — La perception visuelle de l'espace	958	PLI. — La transformation d'un pli latéral en un pli principal et réciproquement	663
PÉRIL VÉNÉRIEN. — Le péril vénérien et la prophylaxie des maladies vénériennes.	1113	PLOMB. — Les gaz monatomiques, le mercure, le thallium, le plomb, l'or dans la classification	728
PERSONNEL. — Personnel universitaire.	430, 754	PLUIES. — Relation entre les pluies d'automne et les rendements en blé de l'année suivante.	488
PESANTEUR. — Intensité et direction de la force de la pesanteur aux Indes.	661	POIDS. — Comité international des Poids et Mesures.	653
PESTE. — A treatise on Plague.	1054	— Nouvelles recherches sur le poids atomique de l'azote.	755
PHAGOCYTOSE. — Recherches expérimentales sur la nature de la substance du sérum qui influence la phagocytose	962	POINTS OMBILICAUX. — Les points ombilicaux double et multiple comme singularités du premier ordre d'exception de surfaces générales en coordonnées ponctuelles.	43
— La phagocytose des cellules rouges du sang.	1061	POISSONS. — Traité de Zoologie. Fascicule VI. Poissons.	231
PHANÉROGAMES. — Les connaissances actuelles sur la fécondation chez les Phanérogames	436	POLARISATION. — La polarisation de la couronne solaire	740
PHARMACOLOGIE. — Pharmacologie de l'acide phosphorique. 1 ^{re} partie : Action digestive.	568	POLISSAGE. — Les enseignements scientifiques du polissage	51
— 2 ^e partie. Action nerveuse et humorale.	614	POLYEMBRYONIE. — La polyembryonie spécifique ou germinogonie.	390
PHARMACODYNAMIE. — Leçons de Pharmacodynamie. 4 ^e série : Antithermiques, Analgésiques. 5 ^e série : Modificateurs du système nerveux périphérique et névro-musculaire.	181	PORTS. — Les grands ports français de l'Atlantique.	6
PHASES. — La forme des sections du plan de saturation perpendiculaires à l'axe des X, dans le cas de pression à trois phases entre deux températures.	793	— Ports francs d'autrefois et d'aujourd'hui.	741
— Les équilibres (T, x) de phases solides et fluides pour des valeurs variables de la pression.	796	— Le port de Paris	927
— Contribution à la connaissance des courbes (p, x) et (p, t) pour le cas où deux substances entrent en composition dissociée en phases fluide et gazeuse	796	POTENTIOMÈTRE. — Le potentiomètre Crompton.	967
PHASES MÉTRÉS. — Théorie des phases-mètres.	1012	PRESSION. — Les relations entre les variations de la pression atmosphérique dans le Nord-Est de l'Afrique et les crues du Nil	488
PHILIPPINES. — Report of the superintendent of the Government Laboratories in the Philippine Islands for the year ended September 4 th 1903	343	— La détermination de la pression de vapeur par barbotage d'air	625
PHILOSOPHIE. — La Philosophie naturelle intégrale et les rudiments des Sciences exactes	232	PRESSION OSMOTIQUE. — Sur la pression osmotique dans le sang et l'urine des poissons	44
PHOSPHORESCENCE. — La phosphorescence des sulfures alcalino-terreux.	354	— Une formule pour la pression osmotique dans les solutions concentrées dont la vapeur suit les lois des gaz.	712
— Phosphorescence causée par les rayons γ et β du radium	488	— Déductions cinétiques de la loi de Van't Hoff par rapport à la pression osmotique d'une solution diluée	712
PHOTOGRAPHIE. — Sur la fonction photographique dans ses rapports avec les phénomènes d'inversion.	38	— Une méthode d'évaluation de la pression osmotique de quantités minimales de fluides	1120
		PRÉVISION. — Le Concours international de prévision du temps	838
		PRINCIPE. — Le principe de Pascal.	599

PRIX. — Les prix Nobel 1
 — Le prix Bolyai 921
PROBABILITÉ. — Un problème de probabilité géométrique 962
PROCÉDÉS. — Sur l'application des procédés graphiques aux calculs d'assurances 393
PROJECTION. — La projection en couleurs naturelles 4
PROLAPSUS. — Traitement des prolapsus génitaux 1002
PROTECTIONNISTE. — La politique protectionniste en Angleterre. Un nouveau danger pour la France 36
PSYCHONÉVROSES. — Les Psychonévroses et leur traitement moral 344
PTÉRIDOSPERMÉES. — Une nouvelle classe de Gymnospermes : les Ptéridospermées 718
PUERILISME. — Le puerilisme 336
PULVÉRISATION. — Le mécanisme de la pulvérisation électrique 967
PURPURA. — Le Purpura 715
PYRÉNÉES. — L'économie pastorale dans les Pyrénées 777

Q

QUADRIQUES. — Sur le lieu géométrique des axes principaux d'un faisceau de quadriques 44
 — Les équations qui déterminent le lieu géométrique des axes principaux d'un faisceau de quadriques 239
QUARTZ. — Sur le module de rigidité torsionnelle des fibres de quartz et son coefficient de température 294

R

RACES. — Le problème ou le préjugé des races 883
RACINES. — Effet de l'anhydride carbonique sur l'incurvation géotropique des racines de *Pisum sativum* 876
RADIATION. — La radiation Röntgen polarisée 489
 — Effets de radiation sur les plaques au gélatinobromure d'argent 543
 — Méthode simple pour déterminer la constante de radiation 586
 — Mesure absolue de la radiation 586
 — La radiation lumineuse spontanée du radium 961
 — La radiation de chaleur dans un système de corps ayant partout la même température 963
 — Appareil pour la mesure de la radiation de la couronne solaire pendant une éclipse 1012
 — Sur la radiation de chaleur dans un système de corps ayant partout la même température 1064
RADIO-ACTIVITÉ. — Lois de la disparition de la radio-activité induite par l'émanation du radium 291
 — Sur les minéraux radio-actifs 584
 — Un nouvel élément radio-actif qui dégage de l'émanation du thorium 585
RADIOTÉLÉGRAPHIQUE. — Service radiotélégraphique entre l'Océan Pacifique et l'Atlantique 714
RADIOTHÉRAPIE. — Radiothérapie et cancer 123
 — Traité de Radiothérapie 437
RADIO-THORIUM. — Un nouveau corps radio-actif, le radio-thorium 840
RADIUM. — Phosphorescence causée par les rayons γ et β du radium 488
 — Le radium peut-il donner la vie? 801
 — La radiation lumineuse spontanée du radium 961
RAGE. — Les corpuscules de Negri et la rage 5
RAILS. — L'attache des rails aux traverses de chemin de fer 297
RAYONS. — Enroulement des rayons cathodiques dans un champ magnétique 236
 — Les rayons magnéto-cathodiques 403
 — L'inscription photographique de l'action des rayons N 727
RÉACTION. — La réaction de Friedel et Crafts 140
RÉFLEXION. — Une théorie mathématique de la réflexion de la lumière près de l'angle de polarisation 488
RÉFORME. — Les bienfaits de la réforme temporaire dans l'armée 970
RÉFRACTION. — Indices de réfraction des éléments 41
 — La réfraction double dans un champ magnétique à proximité de raies d'absorption magnétiquement décomposées 140
 — Indices de réfraction de l'acide sulfurique à différentes concentrations 874
RÉGÉNÉRATION. — Recherches anatomiques et biologiques sur l'autotomie et la régénération chez divers Arthropodes 1007

RÉGIMES. — L'alimentation et les régimes chez l'homme sain et chez les malades 87
RÉGULATEURS. — Les régulateurs électriques à faible inertie et à vibrations 1020
REIN. — Les lésions du rein et des capsules surrénales 397
REPRÉSENTATION. — La théorie des élections et la représentation proportionnelle. 1^{re} partie : Système majoritaire et systèmes de répartition proportionnelle 111
 — 2^e partie : Examen critique des théories sur lesquelles s'appuie le système d'Hondt 158
 — Sur la représentation proportionnelle 357
 — A propos de la représentation proportionnelle 450, 593, 669
REPRODUCTION. — La physiologie de la reproduction chez les Mammifères 791
RÉSIDUS. — Le calcul des résidus et ses applications à la théorie des fonctions 1004
RÉSISTANCE. — La résistance au contact de deux métaux 486
 — Résistance diélectrique de l'air 1118
RESPIRATION. — La respiration des plantes vertes 591
 — Recherches expérimentales sur l'assimilation et la respiration végétales. Etude quantitative sur l'assimilation de l'acide carbonique et la température de la feuille en illumination normale 790
 — L'acapnie évitée par la respiration d'un mélange d'oxygène et d'acide carbonique 926
REVUE. — Revue annuelle de Chimie physiologique. 1^{er} Constituants de l'organisme, aliments, diastases 19
 — 2^e partie. Digestion, sang, urine 75
 — Revue annuelle de Chimie minérale 172
 — Revue annuelle d'Embryologie 376
 — Revue annuelle de Physiologie 517
 — Revue annuelle de Mécanique appliquée 821
 — Revue annuelle de Médecine 904
 — Revue annuelle de Chirurgie 993
 — Revue annuelle d'Anatomie 1095
RHABDOSPHÈRE. — Sur une nouvelle rhabdosphère 539
RICIN. — Recherches sur la lipase du ricin 1011
RIGIDITÉ. — Sur le module de rigidité torsionnelle des fibres de quartz et son coefficient de température 294
ROCHES. — Le mode de formation d'un dôme volcanique et la cristallisation des roches éruptives quartzifères 301
 — Etude pratique des roches, à l'usage des ingénieurs et des étudiants en sciences naturelles 833
ROUILLE. — L'emploi du papier comme préservatif du fer et de l'acier contre la rouille 926
ROULIS. — Un appareil pour diminuer le roulis d'un vaisseau 46
ROYAUME FLEURI. — Le « Royaume Fleuri » ou province des Quatre-fleuves (Chine occidentale) 917
RUSSIE. — L'empire russe et le tsarisme 1033

S

SAHARA. — La pénétration économique du Sahara 243
SANG. — Analyse chimique du sang 636
 — Modifications de la coagulabilité du sang consécutives à la destruction expérimentale du foie 1022
 — La phagocytose des cellules rouges du sang 1061
SAPONIFICATION. — La saponification des corps gras 1029
SARCINE. — Une sarcine de fermentation anaérobie obligatoire 332
SATELLITE. — Le neuvième satellite de Saturne 242
 — Le sixième satellite de Jupiter 242
 — Le dixième satellite de Saturne 1066
SATURNE. — Le neuvième satellite de Saturne 242
SAVOIE. — La formation des vallées des Alpes de Savoie 162
 — Notions de Géologie appliquées au département de la Savoie 872
SCANDIUM. — Le spectre d'arc du scandium et ses rapports avec les spectres célestes 442
SCIENCES. — Auguste Comte et l'histoire des Sciences 410
SÉCRÉTION. — Sur la sécrétion du suc gastrique chez l'homme 5
 — Sur le mécanisme chimique de la sécrétion gastrique 836
SÉISMES. — Théorie nouvelle des séismes 171
SÉLÉNIO. — Le sélénium et les courants électriques 446
 — Il Selenio 739
SELS. — Recherches sur la vitesse de dissolution des sels dans leurs solutions aqueuses 83
SÉROTHÉRAPIE. — Les résultats acquis de la sérothérapie 612

SÉRUM. — La combinaison chimique et l'action toxique dans le sérum hémolytique	94	SPECTRES. — Evolution du spectre d'une étoile pendant sa croissance d'une nébuleuse	875
— La nature de l'action opsonique du sérum sanguin	293	— Spectre de phosphorescence de l'euporium pur	875
— Recherche expérimentale sur la nature de la substance du sérum qui influence la phagocytose	962	— Le spectre d'absorption et la fluorescence de la vapeur de mercure	920
SÈVE. — Sur la mécanique de l'ascension de la sève dans les arbres	920	— An introduction to the study of spectrum analysis	1052
SEXE. — Relation entre les chromosomes du noyau et la détermination du sexe chez les Insectes	1022	— Spectres de flamme. Variations spectrales d'ordre thermique	1110
SEXTANTS. — Appareil à vérifier les sextants	441	SPECTROSCOPE. — Le spectroscopie à vision directe de Blakesley à une seule espèce de verre	293
SEXUALITÉ. — Evolution des idées générales sur la sexualité. 1 ^{re} partie : Des Anciens à la fin du XVIII ^e siècle	10	SPECTROSCOPIE. — Handbuch der Spectroscopie	871
— 2 ^e partie : Dix-neuvième et vingtième siècles	65	SPHÈRES. — Les systèmes non linéaires de sphères en contact	352
SIBÉRIE. — L'épaisseur des glaces en Sibérie	922	SPIRILLUM THEILERI. — La transmission et l'inoculabilité du Spirillum Theileri Laveran	920
SIDÉROLOGIE. — Éléments de Sidérologie. 1 ^{re} partie : Constitution des alliages de fer et des scories	481	STATION. — Création d'une Station biologique aux îles Bermudes	5
SIGNAUX. — Les signaux de chemins de fer et le Block system automatique	143	STATIQUE. — Technische Statik	617
SILICIUM. — Recherche sur le spectre du silicium	584	STEAMERS. — Un appareil pour enregistrer les vibrations des steamers	243
SIMPLON. — Le percement du tunnel du Simplon	247	STÉRÉOSCOPE. — Stéréoscope dièdre à grand champ, à miroir bissecteur	714
SINAI. — Sinai-Ma'an-Petra (Sur les traces d'Israël et chez les Nabatéens)	656	SUC. — Sur la sécrétion du suc gastrique chez l'homme	5
SINUSITES. — Traitement des sinusites frontales	998	SUC PYLORIQUE. — Sur le suc pylorique	47
SOCIÉTÉ. — Société de Géographie de Paris	300,	SUCRE. — La question du sucre et la Convention de Bruxelles	50
— Société de Géographie commerciale de Paris	430	— Le sucre dans l'alimentation des animaux	230
— Société des Amis de l'Université de Paris	516	SULFURES. — La phosphorescence des sulfures alcalino-terreux	354
— La réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Turin (Septembre 1905)	1091	SURCHAUFFE. — Les progrès de la surchauffe dans les machines à vapeur	749
SOIE. — L'industrie française de la soie devant la concurrence internationale	1069	SURFACES. — Sur des faisceaux de surfaces algébriques. — Sur le rang de la courbe d'intersection de deux surfaces algébriques	747
SOLEIL. — Oscillation de l'activité solaire et du climat. — La structure de la couronne solaire	44	— Les propriétés des sections de la surface de saturation d'un mélange binaire du côté des composantes	963
— La prochaine éclipse totale de Soleil	103	SURMENAGE. — Le surmenage des musiciens	47
— Périodicité de l'activité solaire et du climat	795	SYNDROME. — Le syndrome de Ganser	102
— Distances moyennes dans le système solaire	1017	SYNTHÈSE. — La synthèse végétale des corps hydrocarbonés	928
— Détermination spectrographique de la parallaxe solaire	1017	SYPHILIS. — Syphilis et paralysie générale	418
SOLIDES. — La Physique des solides d'après les idées de M. Tammann	133	— Syphilis	904
SOLUTION. — Sur les phénomènes présentés au sein des champs magnétiques par les solutions de matières colorantes	143	SYSTÈME NERVEUX. — Manuel pour l'étude des maladies du système nerveux	231
— Sur quelques particularités de l'osmose des solutions aqueuses	661		
— Une formule pour la pression osmotique dans les solutions concentrées dont la vapeur suit les lois des gaz	712	T	
— Déductions cinétiques de la loi de Van't Hoff par rapport à la pression osmotique d'une solution diluée	712	TABES. — Mal perforant buccal dans le tabes	840
— Sur les verres, les pellicules et les solutions métalliques	875	TABÉTIQUE. — Crise de faux accouchement chez une tabétique	754
SOLVANTS. — Les hydrures d'halogènes comme solvants conducteurs. III. Les nombres de transport	238	TABLES. — Landolt-Boernstein physikalisch-chemische Tabellen	833
SONS. — La sensibilité de l'oreille humaine pour des sons de différentes hauteurs produits par des tuyaux d'orgue	240	TACHES SOLAIRES. — La quadrature mécanique des taches solaires	99
— Sur la pression du son dans l'organe de Corti	748	TANTALE. — La nouvelle lampe à incandescence électrique au tantale	143
— Amplitude du son impulsif minimum perceptible à l'oreille	835	TEHAD. — Les travaux scientifiques de la Mission de délimitation du Niger au Tchad (Mission Moll)	716
— Nouveau procédé pour amorcer les forces au moyen de sons	838	TECHNIQUE. — Physikalische Technik	577
— Sur la faculté de perception pour les intensités de sons	1120	TÉLÉGRAPHIE. — Les arbres comme antennes de télégraphie sans fil	447
SOUDAN. — La valeur économique du Soudan central	409	— Recherches sur l'influence de la terre dans la télégraphie sans fil	1066
SOUDE. — Sur la conductivité électrique et diverses propriétés de l'hydrate de soude en solution aqueuse	41	TÉLÉGRAPHIE SOUS-MARINE. — Nouvel appareil enregistreur pour la télégraphie sous-marine	47
SOUPAPE. — Soupape à mercure pour trompes à eau. — La conversion des oscillations électriques en courants continus au moyen d'une soupape à vide	292	TÉLÉGRAPHE. — Le télégraphe perfectionné	446
— La lampe et la soupape à mercure de Cooper Hewitt	488	TÉLÉPHONE. — Un téléphone hygiénique	190
SPECTRE. — Etude détaillée des lignes élargies du titane, du fer et du chrome en rapport avec les lignes du spectre de Fraunhofer	931	TEMPÉRATURE. — L'élévation moléculaire de la température critique la plus basse d'un mélange binaire à composantes normales	796
— Le spectre ultra-violet du gadolinium	238	— La température a-t-elle une action sur le poids des corps?	966
— Sur le spectre d'émission de l'arc électrique à haute tension	442	TEMPS. — Concours international de prévision du temps	513, 838
— Note sur le spectre de μ Centaure	442	TÉNACITÉ. — Influence des changements de phase sur la ténacité des métaux ductiles à la température ordinaire et au point d'ébullition de l'air liquide	961
— Le spectre d'arc du scandium et ses rapports avec les spectres célestes	442	TÉNÉRIFFE. — Huit jours à Ténériffe	1038
— Sur l'euporium et son spectre ultra-violet	443	TENSIONS. — Les effets des tensions momentanées dans les métaux	489
— Recherches sur le spectre du silicium	584	TERRE. — La situation de la Terre dans l'espace	6
— Spectres des métaux alcalins; centres d'émission des différentes séries	666	TÉTANOS. — Nouveau traitement du tétanos	15
		THALLIUM. — Les gaz monoatomiques, le mercure, le thallium, le plomb, l'or dans la classification	728
		THÉORÈMES. — Les théorèmes de Guldin dans l'espace polydimensional	96

THÉORIE. — Elements of Electromagnetic theory . . .	85	UNIVERSITÉS. — Conseil de l'Université de Paris . . .	546
— La théorie des ensembles . . .	241	— L'enseignement des sciences appliquées à l'Institut de Physique de l'Université de Fribourg . . .	773
— Leçons élémentaires sur la théorie des fonctions analytiques . . .	738	URANUS. — L'orbite du premier satellite d'Uranus . . .	965
— The dynamical theory of gases . . .	915	URINE. — Le chromogène scatologique de l'urine et le pigment qui en dérive . . .	1021
— Le calcul des résidus et ses applications à la théorie des fonctions . . .	1004	UROLOGIE. — Précis d'Urologie clinique . . .	88
Thermo-ÉLECTRICITÉ. — Thermo-électricité du fer et des aciers . . .	285		
— La thorianite . . .	791	V	
TIBET. — Le Tibet. Le pays et les habitants . . .	86	VACHE. — L'alimentation de la vache laitière et les conditions de son rendement . . .	1067
TISSUS. — La nature de la réaction de l'argent dans les tissus animaux et végétaux . . .	625	VALLÉES. — La formation des vallées des Alpes de Savoie . . .	162
TONKIN. — La tuberculose au Tonkin . . .	715	VAPEUR. — Détermination de la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée . . .	624
TOPOGRAPHIE. — Topographie pratique de Reconnaissance et d'Exploration . . .	32	— Les turbines à vapeur . . .	831
TOPOMÉTRIE. — Leçons sur la topométrie et la cubature des terrasses . . .	433	VÉGÉTAUX. — Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française . . .	1054
TORBANITE. — L'huile minérale extraite de la torbanite de la Nouvelle-Galles du Sud . . .	920	VENIN. — Influence du venin du cobra sur le métabolisme des protéides . . .	626
TOURBE. — Extraction et utilisation de la tourbe . . .	713	VERRE. — Effet des radiations solaires et d'autres radiations sur la couleur du verre . . .	349
TOXINE. — Sur la chimie physique de la réaction toxine-antitoxine . . .	625	— Sur les verres, les pellicules et les solutions métalliques . . .	875
TRANSMISSION. — La transmission à distance des écritures et des dessins . . .	924	— Les colorations iridescentes sur le verre . . .	1067
TRANSPORT. — Etude sur l'emploi de l'air comprimé à haute tension comme moyen de transport mécanique souterrain . . .	228	VIANDE. — La production du bétail français et la consommation de la viande . . .	879
TRAVAIL. — Travail et plaisir. Nouvelles études expérimentales de Psycho-mécanique . . .	287	VIBRATIONS. — Un appareil pour enregistrer les vibrations des steamers . . .	243
TREMBLEMENT DE TERRE. — Vitesse de propagation du tremblement de terre du Guatemala du 19 avril 1902 . . .	585	— Une méthode pour rendre visibles les vibrations électriques stationnaires . . .	714
TRIANGLE. — La somme des angles du triangle et les hyperespaces . . .	141	VIE. — Le radium peut-il donner la vie? . . .	801
TRIBROMOXYLÈNE. — Sur les six tribromoxylènes isomériques . . .	796	— La nature et la vie . . .	1054
TRIPHÉNYLMÉTHANE. — Les idées actuelles sur la constitution des matières colorantes du Triphénylméthane . . .	558	VIGNE. — Etude générale de la vigne . . .	703
— Modifications aux trompes à mercure . . .	91	VINIFICATION. — Vinification (Vin, eau-de-vie, vinaigre) . . .	531
— Soupape à mercure pour les trompes à eau . . .	292	VINS. — Traité des maladies des vins . . .	786
TRYPANOSOMA BALBIANII. — Historique de la vie du Trypanosoma Balbianii . . .	876	VISION. — Deux cas de vision trichromique . . .	490
TRYPANOSOMES. — Les effets comparatifs des Trypanosomes de la fièvre de Gambie et de la maladie du sommeil sur les rats . . .	293	— Sur la vision colorée avec une lumière très faible . . .	790
TSARISME. — L'empire russe et le tsarisme . . .	1053	VITICOLE. — Le problème viticole français . . .	713
TUBERCULOSE. — Pseudo-tuberculose due à des lombrics. — L'exode rural et la tuberculose à la campagne . . .	409	VITICULTURE. — Viticulture . . .	787
— La tuberculose au Tonkin . . .	715	VOLCANS. — Le mode de formation d'un dôme volcanique et la cristallisation des roches éruptives quartzifères . . .	301
— Le Congrès international de la Tuberculose . . .	800	— Les travaux récents de magnétisme terrestre dans la France centrale. Le présent et le passé magnétiques des volcans d'Auvergne . . .	804
— La prophylaxie de la tuberculose à bord des navires de commerce . . .	840	VU. — Le « déjà vu » . . .	144
— La tuberculose et l'habitation urbaine . . .	881		
— Les différentes formes cliniques et sociales de la tuberculose pulmonaire . . .	959	W	
TUBES. — L'écoulement de l'eau à travers les tubes . . .	93	WAGONS. — La transformation des wagons de marchandises . . .	100
TUMEURS. — Sur les ressemblances qui existent entre les corps de Plimmer des tumeurs malignes et certains constituants normaux des cellules reproductrices des animaux . . .	790	— Les wagons de marchandises de grandes dimensions . . .	389
TUNNEL. — Le percement du tunnel du Simplon . . .	247		
TURBINES. — Les turbines à gaz . . .	353	Y	
— Les turbines à vapeur . . .	831	YEUX. — Les yeux et l'adaptation au milieu chez les animaux abyssaux . . .	324
TUYAU. — La distribution de la vitesse sur la section d'un tuyau parcouru par un fluide visqueux . . .	624	YUNNAN. — Voyage au Yunnan . . .	739
TYROSINASE. — Présence d'une tyrosinase dans la peau de certains Vertébrés . . .	42		
		Z	
U		ZOOLOGIE. — Traité de Zoologie. Fascicule VI: Poissons . . .	231
UNIVERSITÉS. — L'enseignement technique dans les Universités. L'Institut électrotechnique de l'Université de Lille . . .	346	— Leçons de Zoologie . . .	1143

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS¹

A

Abderhalden (A.), 540.
 Abelous (J.-E.), 235, 397, 400, 1059.
 Abney (Sir W. de W.), 836.
 Abraham (H.), 135, 184, 186, 348, 530, 580, 584.
 Abraham (M.), 296.
 Abrie (P.), 290, 582, 766, 743.
 Achard (Ch.), 38, 234, 486, 533, 961.
 Adami (J.-G.), 661.
 Adamovic (L.), 1064.
 Adensamer (A.), 1014.
 Adie (J.-R.), 746.
 Agazzotti (A.), 794, 1015.
 Agerer (F.), 628.
Alagna (E.), 1015.
 Albanese (N.), 96.
 Albarède, 90.
 Albert-Lévy, 90.
 Alcock (A.), 746.
 Alexander (W.), 583.
 Alezais, 660.
 Algué (Rev. José), 871.
 Alix (J.), 184.
 Allemandet, 238.
 Allonnes (G.-R. d'), 290.
 Allorge (Maurice), 545.
 Alvarez (E.-P.), 484, 485, 533, 581.
 Amaduzzi (Lavoro), 739.
 Amagat (E.-H.), 135, 739.
 Aman (M.), 183.
 Ambard (L.), 290, 659.
 Amet (P.), 486, 659, 660, 1010.
 Ammann (L.), 658.
 Ancel (P.), 91, 401, 744.
 Anderlini (T.), 793.
 Anderson (W.-C.), 137.
 Andouard (P.), 440, 533, 707.
 Andoyer (H.), 874.
 André (Ch.), 290, 705.
 André (G.), 534, 657, 1114.
 Andreasch (R.), 794.
 Andrew (G.-W.), 1012.
 Andrews (A.-E.), 1063.
 Angeli (d'), 1015.
 Angeli (A.), 793, 1015.
 Angelico (F.), 793, 1015.
 Anglade (D.), 235.
 Anglas (J.), 579.
 Anthony (R.), 399.
 Antipa (G.), 239.
 Antoniou (A.), 744.
 Appleyard (R.), 710.
 Archibald (E.-H.), 238.
 Ardern (Ed.), 587.
 Argand (E.), 534, 580.
 Arloing (F.), 235.
 Armagnat, 584.
 Armes (H.-P.), 1012.
 Armstrong (E.-F.), 1011.
 Armstrong (H.-E.), 491, 662, 1011.
 Arnaud (F.), 401.
 Arno (A.), 793.
 Arno (R.), 444.
 Arnold (E.), 179.

Arsандаux (H.), 233.
 Arsonval (A. d'), 91, 236.
 Arth (G.), 654, 1006.
 Arthaud-Berthet (J.), 580.
 Artmann (P.), 747.
 Artom, 296.
 Aschkinass (E.), 793.
 Ascheton (R.), 919.
 Astruc (A.), 345.
 Aten (A.-H.-W.), 140.
 Atkin (E.-E.), 293.
 Atwater (C.-G.), 627.
 Aubertin (Ch.), 134, 184, 185.
 Auché (B.), 435, 1011.
 Auger (V.), 399.
 Aul1 (S.-J.-M.), 1011.
 Auric, 789, 874, 960.
 Austen (P.-C.), 1062.
 Austin (L.), 351.
 Autonne (L.), 393, 480.
 Azambuja, 399.
 Azara (Félix de), 1006.
 Azzarello (E.), 1015.

B

Babes (A.), 132.
 Babès (V.), 918.
 Babinski (J.), 961.
 Bachelier, 960.
 Backmann (E.-L.), 623.
 Baccovesco (A.), 918.
 Bagard (P.), 745.
Baillaud (Emile), **423 à 432**.
 Baire (René), 914.
 Baldit (A.), 1009.
 Ball (S.-F.), 188.
 Ball (W.-C.), 539.
 Baly (E.-C.-C.), 402, 792.
 Balzer, 1010.
 Bamberger (M.), 794.
 Bancel, 623.
 Banzet (S.), 231.
 Bar, 707.
 Bar (P.), 290.
 Barbieri (G.), 296, 444.
 Barbieri (N.-A.), 581.
 Barbillion (L.), 394.
 Bardin, 742.
 Barger (G.), 792.
 Barkla (Ch.-G.), 489.
 Barlow (P.-S.), 1119.
 Barnes (E.-W.), 791.
 Barnes (H.-T.), 93.
 Barnett (S.-J.), 85.
 Barral (E.), 394.
 Barratt (J.-O. W.), 1061.
 Barret (G.), 1116.
 Barrier, 961.
 Barriol, 393, 529.
 Barthe (L.), 134, 488.
 Basset (H. Jun.), 398, 537.
 Bassot, 398.
 Bastian (H.-C.), 586.
 Bateson (W.), 1011.
 Battelli (A.), 793.
 Battelli (F.), 90, 91, 134, 485, 346, 484, 486, 533, 705, 961, 1059, 1114, 1116.
 Baty (E.-J.), 403.
 Bauby, 400.
 Baud (E.), 637.

Baudouin (M.), 183.
 Baudran (G.), 743, 1114.
 Baudran (J.), 398.
 Baudry de Saunier (L.), 701.
 Baumgartner (F.), 956.
 Baxandall (F.-E.), 40, 442.
 Bay (J.), 184, 346.
 Bayeux (R.), 705.
 Baylac, 90.
 Bazin (Alb.), 439.
 Beauvils, 235.
 Beaujard (E.), 184, 185, 707.
 Beaulard (F.), 960.
 Beauverie (J.), 1112.
 Becke (F.), 139, 628.
 Becquerel (H.), 705, 874.
 Becquerel (P.), 89, 439, 622.
 Bedde (Cl.), 793.
 Béhal (A.), 136, 918.
 Behn (U.), 351.
 Beilby (G.-T.), 488, 961.
 Beilby (H.-N.), 961.
 B-ille (L.), 707.
 Bell (C.-A.), 187.
 Bellars (A.-E.), 350.
Bellenoux (E.-S.), 484.
 Bellet (F.), 134, 185, 290, 346.
 Bellet (H.), 581.
 Bellieni, 236.
 Belloc, 285, 485.
 Bellet, 38, 135.
 Bellucci (J.), 138, 296, 444, 1015.
 Belot (E.), 1115.
 Belot (J.), 437.
 Belzecki, 438.
 Belzer (A.-H.-J.), 140.
 Belzung, 1113.
 Bemmelen (J.-M. van), 140, 796.
 Bendersky, 38.
 Benedicks (Carl), 33.
 Benjamin (H.), 622, 960.
 Benndorf (H.), 1014.
 Bennett (H.-G.), 330.
 Benoist (L.), 439, 660.
 Bérard (Victor), 1055.
 Berger (Paul), 231, 398, 622.
 Bergeron (J.), 233.
 Berget (A.), 89, 706, 738.
 Bergonié (J.), 38, 135, 235, 398, 437, 441, 581, 623.
 Bergt (W.), 588.
 Berlemont (G.), 91.
 Bernard (Ch.), 234.
 Bernard (F.), 341.
 Bernard (L.), 38, 134, 1059.
 Bernard (N.), 485.
 Bernstein (S.), 132, 580, 918.
 Berthelot (M.), 37, 133, 156, 345, 398, 399, 484, 533, 581, 618, 835, 1058.
 Bertin (E.), 183, 439.
 Bertin-Sans (H.), 184, 235.
Bertrand (G.), 92, 136, **451 à 461**, 706, 743, 1061.
 Bertrand (Léon), 234.
 Bertrand (Marcel), 1015.
 Berwerth (F.), 239, 664, 795.
 Bes (K.), 712.
 Besson (L.), 399.
 Bettencourt, 961.
 Betti (M.), 138.
 Beyerinck (M.-W.), 352, 964.
 Bianchi (L.), 793, 1014.

¹ Les noms imprimés en caractères gras sont ceux des auteurs des articles originaux.

Les chiffres gras reportent à ces articles.

- Bichat (E.), 742.
 Bidet (F.), 742.
 Bierry (H.), 439, 440, 536, 582, 705, 790.
 Bigart, 1059.
 Bigot (A.), 1009.
 Bigourdan (G.), 132, 234, 399, 918.
 Billard (A.), 659.
 Billard (G.), 134, 185, 235, 290, 346, 486, 623, 707, 790, 961, 1010.
 Billet (A.), 134, 290, 346, 441, 485, 583, 1059.
 Billet (J.), 535.
 Billy, 399.
 Binet (A.), 34, 1069.
 Binet (M.), 706.
 Binet du Jassonneix, 37, 706.
 Bisanti (Ch.), 134.
 Bisselick (J.-W. van), 712.
 Blackman (Ph.), 1062, 1119.
 Blackmann (F.-F.), 790.
 Blaise (E.-E.), 37, 132, 184, 237, 289, 346, 538, 539, 658, 709, 744, 745, 746, 1009.
 Blake (G.-S.), 791.
 Blakesley (T.-H.), 1062.
 Blakey (W.), 492.
 Blanc (G.), 37, 90, 486, 702, 706, 1009, 1015, 1061.
 Blancarnoux (Paul), 131.
 Blanchard (R.), 532.
 Blanksma (J.-J.), 140, 748, 796.
 Blarez (Ch.), 235, 707.
 Blaringhem (L.), 38, 184, 582, 1058.
 Blasdale, 540.
 Blau (Edm.), 628.
 Bloch (A.-M.), 235, 582, 961.
 Bloch (Eug.), 533, 583.
 Blok (S.), 96.
 Blondel (A.), 657, 708.
 Blondel (Georges), 36.
Blondlot (R.), 727 à 728.
Blumstein (F.), 612 à 648.
 Bocher (M.), 399.
 Bock (F.), 295.
 Bodroux (F.), 439, 621, 706.
 Bœckel (J.), 918.
 Børnstein (R.), 833.
 Boëseken (J.), 140.
 Boggio (T.), 138.
 Bohn (G.), 440, 531, 1059, 1115, 1116.
 Boinet (E.), 234, 583, 660, 834.
Boissoudy (Jean de), 728 à 734.
 Boistel (A.), 657.
 Bøik (L.), 664, 748, 796.
 Bollemont (voir Grégoire de Bollemont).
 Boltzmann (A.), 96, 139.
 Bondi (E.), 794.
 Bondouy (Th.), 582.
 Bone (W.-A.), 626, 661, 1012.
 Bongiovanni (A.), 1015.
 Bonjean (Ed.), 89.
 Bonnamour (S.), 185, 744.
 Bonnier (G.), 439.
 Bonnier (P.), 290.
 Borcea (J.), 289.
 Bordage (Edm.), 1007.
 Bordas (F.), 439.
 Bordas (L.), 91, 135, 288, 290, 401, 583, 1009.
 Borde (P.), 398, 621.
 Borel (Emile), 183, 653.
 Borel (F.), 184, 234, 960.
 Borrel (A.), 90, 91, 290, 486.
 Borrelly, 89.
 Bosc (Ed.), 235.
 Bosc (F.-J.), 90, 235, 400, 535, 789.
 Bottasso (M.), 621.
 Bottomley (J.-T.), 1062.
 Bouchet (P.), 485.
 Bouchonnet (A.), 90, 621.
 Boudouard (O.), 89, 623, 742.
 Bougault (J.), 40, 488.
 Bouin (P.), 86, 91, 401, 582, 744.
 Boulanger (A.), 869.
 Boule (M.), 234, 622, 657.
 Boullanger (E.), 289.
 Bouliouch (R.), 742.
 Boulud, 438, 660, 706, 743, 835.
 Boulvin (J.), 1052.
 Bouman (K.-H.), 664.
 Bouman (Z.-P.), 963.
 Bounhiol (J.-P.), 89.
 Bourdon (B.), 958.
 Bourgeois (R.), 32, 433.
 Bourget, 960.
 Bourguignon (M^{lle}), 235.
 Bourguignon (M^{me}), 744.
 Bourquelot (E.), 398, 400, 658, 659, 918, 961.
 Bousfield (W.-R.), 41, 585.
 Boussec (J.), 1009.
 Boussinesq (J.), 89, 233, 289, 398, 657, 705, 742.
 Boutan (L.), 622.
 Boutroux (P.), 742, 1009.
 Bouty (E.), 657, 742.
Bouvault (L.), 90, 136, 187, 233, 349, 370 à 376, 621, 657, 705, 710.
 Bouvier (E.-L.), 234, 289, 439, 960, 1008, 1057, 1058.
 Boyd (D.-R.), 1012.
 Boyé, 38.
 Boyer (Jacques), 285.
 Boy-Teissier, 583, 660.
 Brailion (L.), 1011.
 Brame (J.-S.-S.), 491.
 Branca (A.), 397.
 Brandeis (R.), 135.
 Brankow, 711.
 Branly (Ed.), 345, 657.
 Brasil (L.), 286, 288, 345.
 Brau, 789.
 Brauns (R.), 744.
 Bearley (Harry), 916.
 Bréhon, 133.
 Breteau (P.), 399.
 Breton (M.), 346, 741, 743.
 Breuer (J.), 404.
 Breuil (P.), 288, 484, 657.
 Breydel (A.), 345.
 Brezina (A.), 96, 1014.
 Briançon, 917.
 Bridre (J.), 707.
 Brillouin (M.), 288, 657, 916, 1115.
 Brindeau (A.), 134, 1058.
 Briot (A.), 91, 231, 290, 583, 660, 834.
 Brissemoret, 1058, 1059.
 Brives (A.), 184.
 Brizi (U.), 794.
 Broca (A.), 345, 483, 488, 536, 620, 657, 959.
 Broch (Ph.), 1013.
 Brochet (André), 40, 233, 289, 292.
 Brock (A.-J.-P. van den), 796.
 Broquin (L.), 1053.
 Brouardel (P.), 90.
 Brown (A.-J.), 1013.
 Brown (J.-C.), 350, 792.
 Brown (H.-T.), 443, 586.
 Browning (H.), 94.
 Bruch (E.), 90.
 Bruchat (J.), 234.
 Bruckner (G.), 588.
 Brühl (J.-W.), 626.
 Brumpt (E.), 623, 660, 961.
 Brunel (L.), 93, 133, 346.
 Brunelli (G.), 794.
 Brunet (Louis), 230, 286, 344, 404, 588, 628, 664, 795, 871, 872, 916, 1064.
Brunhes (Bernard), 804 à 814, 918, 1009.
 Brunhes (Jean), 342.
 Bruni (G.), 138, 296.
 Brunon (R.), 439.
 Bruns (H.), 128.
 Brunswick Le Bihan, 582.
 Bruntz (L.), 744.
 Bruyant (Ch.), 233, 346, 707.
 Bruyn (H.-E. de), 748.
 Buchanan (J.-Y.), 491.
 Büchner (E.-H.), 240, 796.
 Buhl (A.), 132, 742.
 Buisson (H.), 487.
 Bukowski (G. von), 352.
 Bulloch (W.), 293.
 Burch (G.-J.), 790.
 Burdett (F.), 626.
 Bureau (Ed.), 874, 1058.
 Burford (S.-F.), 491.
 Burgess (C.-H.), 93, 349.
 Burke (J.-B.), 624.
 Burnet (Et.), 1059.
 Burrard (S.-G.), 661.
 Burrows (H.), 403.
 Busquet (H.), 659.
 Butte (L.), 185.

C

- Cadiot, 346.
 Cain (J.-C.), 94.
 Caldarella (A.), 1015.
 Callendar (H.-L.), 188, 586, 1012.
 Calmette (A.), 346, 741, 743.
 Calzolari (F.), 444.
 Cameron (A.), 711.
 Ca nescasse (J.), 659.
 Camichel (C.), 132, 706, 742.
 Campana (D. del), 139.
 Campana (M^{lle} R.), 1011.
 Campbell (A.-W.), 293, 349.
 Campbell (J.-E.), 661.
 Camus (J.), 1009, 1010, 1059.
 Camus (L.), 346, 657.
 Candlot (E.), 854.
 Cane (J.-C.), 792.
 Cantacuzène (J.), 961, 1010.
 Cantin (G.), 37.
 Capelli (A.), 444, 793.
 Capitan, 132, 657, 706, 744.
 Carapelle, 1015.
 Cardinaal (J.), 44, 239.
 Carey (E.), 138, 491.
 Carles (J.), 235.
 Carlson (A.-J.), 1011, 1116.
 Carnot (P.), 134, 184, 185, 400, 440, 486, 659, 660, 707, 961, 1010.
 Carpenter (R.-F.), 188.
 Carpini (C.), 138.
 Carré (H.), 37, 289, 580, 789.
 Carré (P.), 289, 918, 1057, 1061.
 Carrel (Al.), 1011, 1059.
 Carrière (G.), 790.
 Carrus (G.), 288.
 Carrus (S.), 132.
 Carson (Ch.-M.), 587.
Carraud (G.), 51 à 65, 705.
 Carulla (F.-J.-R.), 295.
 Case (W.-L.), 627.
 Cash (J.-Th.), 875.
 Caspari (C.-Ed.), 84, 129.
 Castel (R. du), 658.
 Castellana (V.), 444, 793, 1015.
 Caste nuovo (G.), 132, 793.
 Castex, 90, 184, 707.
 Catel (J.), 133, 237, 333, 537, 580, 744.
 Cathelin (F.), 440.
 Catouillard (G.), 134, 185.
Caulery (M.), 290, 324 à 340, 346, 400, 440, 580, 582, 790, 1011, 1057.
 Cautru, 743.
Cavallès (H.), 777 à 783.
 Cavalié (M.), 135, 235, 347, 486.
 Cavalier, 623.
 Cavallier (C.), 398.
 Cavaroz, 535.
 Cavatorti (P.), 1015.
 Caven (B.-M.), 710.
 Cayeux (L.), 89, 485, 657, 706, 874.
 Cazalhou, 400.
 Cernovodeanu (M^{me} P.), 185, 346, 347, 534, 535.
 Cesaro (E.), 701.
 Chablay (E.), 485, 533, 534.
 Chabrière (C.), 90.
 Chaîne (J.), 38, 288, 347, 486, 534.
 Challamel (A.), 233, 288, 345.
 Chambers (S.-D.), 294.
 Chamberland, 38.
 Chanoz (M.), 89, 343, 438, 706, 742, 1057, 1114.
 Chantemesse (A.), 184, 234, 658, 960.
 Chapman (L.), 349, 626.
 Chappellier (A.), 346.
 Charabot (Eugène), 130, 233, 289, 1057.

Charles-Roux (J.), 90.
 Charpentier (P.-G.), 789, 835.
 Charpy (G.), 742, 1145.
 Charrin (A.), 134, 183, 234, 438, 439, 580, 658, 705, 707, 789.
 Chassevant (A.), 184, 400, 440, 623, 659, 707.
 Chattaway (F.-D.), 137, 294, 662.
 Chauffard, 706.
 Chautard (J.), 345.
 Chauveau (A.), 346, 438.
 Chauvel, 90, 133, 184, 399, 582, 622, 1115.
 Chavanne, 132, 233, 348, 438.
 Chella (S.), 793.
 Chevalier (Aug.), 234, 398, 580, 1069, 1054.
 Chevalier (J.), 290.
 Chevrel (F.), 1059.
 Chevrotier (J.), 290, 400, 703.
 Chick (M^{lle} H.), 835.
 Chiffot (J.), 535.
 Chikashigé (M.), 627.
 Chistoni (C.), 296, 444, 793.
 Chofardet (P.), 132.
 Chofat (P.), 743.
 Chree (C.), 188, 238, 349.
 Chrétien (H.), 132, 1114.
 Chrétien (P.), 658.
 Christens (S.), 236.
 Chuard (E.), 533.
 Chudeau (R.), 918.
 Ciamician (G.), 444, 1015.
 Cipolla (M^{lle} J.), 296.
 Claffin (A.-A.), 491.
 Clarke (R.), 1062.
Claude (A.), 972 à 983, 1071 à 1083.
 Claude (Georges), 429, 1037.
 Claude (H.), 1010.
 Clavari (E.), 1015.
 Claverie (P.), 621.
 Claxton (Th.-F.), 1118.
 Clayton (A.), 662.
 Clément (E.), 184, 484.
 Clerc (A.), 659.
Clerget (P.), 6, 36, 50, 145, 194, 232, 246, 357, 409, 419, 633, 649 à 652, 666, 715, 741, 841, 880, 882, 927, 1070.
 Clerici (E.), 139, 296, 794.
 Cligny (A.), 234, 743.
 Clinton (W.-C.), 402.
 Cluzet, 439.
 Coates (J.-E.), 626.
 Cobb (J.-W.), 588.
 Codazzi (R.-Lleras), 230, 916.
 Cohen (E.), 140.
 Cohen (J.-B.), 350, 792, 1012, 1013.
 Cohn (Emile), 239.
 Coker (E.-G.), 93.
 Colani (A.), 658.
 Colardeau (E.), 530.
 Coleman (W.-H.), 587.
 Colin (Le P.), 485, 581.
 Collie (J. N.), 792.
 Collin (R.), 135, 236, 744, 1059.
 Collet (L.), 1058.
 Colombino (S.), 622.
 Colombo, 133.
 Colson (A.), 40, 89, 184, 398, 580, 705, 743.
 Colson (Léon), 397.
 Comas Sola (J.), 960.
 Combes (R.), 1058, 1059.
 Comte (C.), 235, 486, 659, 744.
 Conduché (A.), 233, 293.
 Conrad (V.), 295.
 Considère, 133, 183.
 Constan (P.), 128.
 Contremoulins (G.), 658.
 Cooper (W.-R.), 188.
 Copaux (H.), 289.
 Corbino (O.-M.), 444.
 Cordier (M.), 659.
 Cornil (V.), 346, 789.
 Corton (F.-R.), 711.
 Cosserat (Eug.), 399.
 Cosserat (Fr.), 399.

Coste (M.), 1009.
 Cot (Ch.), 134.
 Cotton (A.), 347, 661, 743, 789, 1060.
 Cotton (Em.), 233, 705.
 Coudray (P.), 346, 789.
 Courcoux, 90.
 Couréménos (A.), 580.
 Courtade (A.), 90.
 Courlet (H.), 132, 183.
 Courtot (A.), 184, 237, 539, 658, 745, 1009.
 Couteaud, 485, 706.
 Coutière (H.), 289, 345, 439, 658, 705, 706, 742.
 Couturier (F.), 345, 657.
 Couvreur (E.), 134, 290, 400.
 Coux (A. de la), 654.
 Cox (John), 179.
 Coyne, 233, 347, 623.
 Craw (J.-A.), 625.
 Crémieu (V.), 89, 91, 438, 960, 1009, 1161.
 Cristiani (M^{me} H.), 400.
 Cristiani (H.), 134, 183, 290, 400, 440, 486.
 Crocco (G.-A.), 37, 138.
 Crookes (Sir William), 238, 349, 443, 875, 961.
 Crosland (P.-F.), 792.
 Crossley (A.-W.), 443, 792.
 Cruchet (R.), 38, 235.
 Cabou (G.), 794.
 Cuénot (L.), 134, 579, 582, 787, 1054.
 Cunningham (E.), 238.
 Curie (P.), 291, 657.
 Curot (Edmond), 230.
 Curtiu (F.), 582.
 Curtis (F.), 621, 622, 659.
 Cuthbertson (Clive), 41, 875.
 Cyon (Elié de), 703.
 Czapski (S.), 443.
 Czuber (E.), 784.
 Czudnochowski (B. von), 793, 832.

D

Dakin (H.-D.), 587, 919.
 Dale (M^{lle} E.), 626.
Dalemout (J.), 773 à 776.
 Dalhuizen (M^{lle} A. A.), 712.
 Diamond (E.), 918, 1058, 1117.
 Damour (E.), 581.
 Daniel (L.), 706.
 Danjou (Em.), 658, 659, 918, 961.
 Danne (J.), 133.
 Darbshire (F.-V.), 1119.
 Darbourg (G.), 132, 288, 345, 835, 874.
 Daremberg (G.), 959.
 Darier, 38, 90, 133, 1010, 1116.
 Darré, 623.
 Darwin (G. H.), 836.
 Darzens (G.), 37, 92, 132, 487, 1037.
 Dassonville (Ch.), 1010.
 Dassonville (G.), 1010.
 Dastre (A.), 485.
 Daublebsky von Sterneek, 588.
 Daunay, 290, 707.
 Dauphin (J.), 874.
 Davies (J. H.), 625.
 Davies (L. J.), 137.
 Davies (Th. H.), 402.
 Davila (Ch.), 1057.
 Davis (B.), 403.
 Dawson (H. M.), 792.
 Dean (George), 962.
 Debeyre (A.), 743.
 Debière (A.), 789.
 Deenik (A.), 1120.
 Defant (A.), 404.
 Dehon, 535, 582.
 Dejust (H.), 485.
 Dekhuysen (M. C.), 44, 796.
 Delacroix (G.), 289, 533.
 Delage (A.), 37, 581.
 Delage (Y.), 534.
 Delamarre (G.), 535.
 Delépine (M.), 1114.
 Delezenne (C.), 1057, 1059.
 Delion, 961.
 Dell'Agnola (C. A.), 1014.
 Delore (X.), 743.
 Del-Re (A.), 1014.
 Demangeon (A.), 1111.
 Demenge (Emile), 298, 480, 618, 915, 1052.
 Demeny (G.), 437.
 Demolis (Ed.), 701.
 Demoulin (Alph.), 484, 581, 742, 835, 874.
 Denier, 789.
 Denigès (G.), 235, 486.
 Denning (A.-D.), 586.
 Denso (P.), 233.
 Depéret (Ch.), 581, 1009.
 Deprat (J.), 132, 350, 705, 1115.
 Derrien (E.), 345, 484, 581.
 Desch (C. H.), 402.
 Desfontaines (M.), 485.
Desfosses (P.), 123 à 127, 232, 437, 483, 917, 1008.
 Desgrez (A.), 136, 398, 400, 580, 582.
 Deslandres (H.), 37, 399, 438, 789, 835, 874.
 Desplantes (G.), 338.
 Devaux-Charbonnel, 292, 621.
 Dévé (F.), 134, 235, 659, 707, 961.
 Deventer (Ch. M. van), 140.
 Dewar (sir J.), 238, 836.
 Deyrolle, 290.
 Dhéré (Ch.), 1009.
 Diener (C.), 628, 1014.
 Dienert (F.), 133, 1005.
 Dienes (P.), 233.
 Dienes (G. van), 140.
 Dieulafé, 134, 400.
 Dilthey, 239, 588.
 Dimmer (F.), 1014.
 Dines (W. H.), 661.
 Dinesmann (A.), 706.
 Dinkhauser (J.), 628.
 Ditte (A.), 484.
 Divers (E.), 137.
 Divine (R. E.), 138.
 Dixon (A. E.), 491.
 Dixon (H. B.), 443, 710.
 Bobbie (J. J.), 350.
 Doelter (C.), 139, 794.
 Doléris, 1115.
 Donau (J.), 295.
 Done (E.), 539.
 Donnat-Cattin, 90.
 Dop (P.), 233.
 Dopter (Ch.), 233, 290, 346, 347, 660.
 Dor (L.), 347.
 Doran (R. E.), 350.
 Dorello (P.), 794.
 Dorléans (G.), 661.
 Dorp (A. van), 964.
 Dourlen (J.), 580.
 Douillé (Edmond), 578.
 Douvillé (H.), 399.
 Douvillé (R.), 658.
 Douxami (H.), 1112.
 Dover (M^{lle} M. V.), 1063.
 Downing (W.), 746.
 Doyon (M.), 91, 134, 290, 346, 347, 400, 440, 485, 535, 619, 744.
 Drabble (E.), 876.
 Dreaper (W. P.), 350.
Driencourt (L.), 183, 288, 972 à 983, 1071 à 1083.
 Drouin de Bouville (de), 582.
 Drysdale (C. V.), 294.
 Drzewina (M^{lle} A.), 90.
 Duane (W.), 288, 345.
 Dubard (M.), 1057.
 Dubois (A.), 742, 789.
 Dubois (de Berne), 344.
 Dubois (Ch.), 1010.
 Dubois (Eug.), 1016.
 Dubois (H.), 234.
 Dubois (R.), 38.
 Duboscq (O.), 835.
 Dubreuil (G.), 744.
 Dubuisson, 1011, 1057, 1059.

Duché, 622.
 Duchemin (R.), 580.
 Duckworth (H. S.), 1120.
 Duclaux (J.), 237, 580, 581.
 Ducloux (E.), 1058.
 Ducloux (E. Herrero), 285, 1010.
 Ducrof (R.), 135, 235.
 Duddell (W.), 39.
 Dufet (H.), 135, 486.
 Dufour (A.), 583.
Duhem (P.), 485, 534, **599 à 610**, 874, 1057.
 Dumont (J.), 433, 439, 1009.
 Dunn (J. T.), 42, 188.
 Dunstan (A. E.), 94.
 Dunstan (W. R.), 443, 791, 875, 1063.
 Duparc (L.), 183, 621.
 Dupond (R.), 582.
 Durante, 485, 622.
 Duregger (W.), 588.
 Durham (M^{lle} Fl. M.), 42.
 Duval (H.), 706.
 Dyk (G. van), 664.
 Dyke (G. B.), 402.

E

Easton (C.), 44, 795.
 Ebert (W.), 533, 657, 1063.
 Edgar (E.-C.), 710.
 Edkins (J.-S.), 836.
 Edridge-Green (F.-W.), 490.
 Edwards (C.-W.), 403.
 Eflront (J.), 708, 960.
 Eginitis (D.), 874.
 Egoroff (N.), 438.
 Ehrenfreund (B.), 747.
 Ehrenhaft (F.), 664.
 Ehrlich, 534.
 Ehrmann, 706.
 Einthoven (W.), 44, 712.
 Elder (H.-M.), 188.
 Elot (A.), 707.
 Emich (F.), 295, 747.
 Emrys-Roberts (E.), 586.
 Enriques (F.), 132, 288.
 Eredia (F.), 138.
 Esclançon (E.), 485, 621, 789.
 Escombe (F.), 586.
Espatulier (L^{ic}G.), **670 à 683**, 1110
 Etard (A.), 621.
 Etienne (G.), 660.
 Ewart (A. J.), 42.
 Ewbank (E.-K.), 792.
 Exner (F.), 664, 1014.
 Exner (S.), 795.
 Eydman (F.-H.), 796.
 Eynon (L.), 94.

F

Fabre (Dr), 582.
 Fabre (L.-A.), 874.
 Fabre (P.), 534.
 Fabry (Ch.), 288, 398, 484, 1114, 1115.
 Fabry (Eug.), 438.
 Fage (L.), 705, 1058.
 Fages (L.), 638.
 Fantappie (L.), 296.
 Farabeuf, 399.
 Farmer (J.-B.), 790.
 Farr (C.-C.), 584.
 Fatou (P.), 183, 288.
 Fauré-Frémiet (E.) 38, 185, 347, 400, 582, 1011.
 Faurot (L.), 1057.
 Fauvel (P.), 534.
 Fawsitt (Ch.-Ed.), 490.
 Fayet (G.), 37, 89, 133, 183.
 Fébr (H.), 128, 617, 701, 738, 831, 914.
 Feliciani (C.), 444.
 Fenton (H.-J.-H.), 626.
 Féré (Ch.), 134, 185, 287, 290, 400, 486, 535, 622, 659, 789, 964, 1116.
 Ferguson (W.-C.), 747.
 Fernbach (A.), 37, 90, 438, 534, 581.

Fernet (Ch.), 38, 919.
 Ferrari (A.), 1014.
 Ferrié (G.), 743.
 Ferro (A.), 1015.
 Féry (Ch.), 89, 133, 184.
 Ficheur (E.), 705.
 Ficker (H. von), 239, 404.
 Field (A.-M.), 488, 661.
 Fierz (H.-E.), 587, 662.
 Fierz (H.-T.), 188, 662.
 Findlay (Al.), 491, 626.
 Finger (E.), 664.
 Finzi (F.), 138, 628.
 Fischer (Em.), 238, 540.
 Fischer (E.), de Fribourg-en-Brisgau, 1120.
 Flamand (G.-B.-M.), 399.
 Flaschner (O.), 794.
 Fleig (C.), 235, 534, 535.
 Fleming (J.-A.), 188, 402, 488, 710, 746.
 Fleurent (E.), 90.
 Fleury (Maurice de), 231, 706.
 Fliche (P.), 484.
 Floquet (G.), 228.
 Foa (C.), 535, 623, 659, 707.
 Foà (M^{lle} A.), 139.
 Fontan, 289.
 Font-Réaulx (de), 1058, 1115.
 Fonvielle (W. de), 398, 621.
 Forbes (G.), 294.
 Forcrand (R. de), 345, 438.
 Forel (F.-A.), 289, 395.
 Forrest (C.-N.), 491.
 Forster (M.-O.), 188, 443, 490, 587, 661, 662.
 Fortin (Ch.), 288.
 Fortineau (L.), 134.
 Fosse (R.), 534, 581, 960.
 Fouché (M.), 133, 233.
 Fouët (Ed.-A.), 738.
 Foureau (F.), 89, 484.
 Fournéau, 621, 624.
 Fournier (E.), 89, 234, 289, 345, 960.
 Fourtau (R.), 132.
 Foveau de Courmelles, 129, 283.
 Fowler (G.-J.), 587.
 Fox (F.), 349.
 Fox (J.-J.), 1012.
 Franca (C.), 290, 440, 961.
 Franche (G.), 738.
 Franchimont (A.-P.-N.), 1120.
 François, 743.
 François (L.), 918.
 François (M.), 398, 657.
 François-Frank, 183, 481, 1115.
 Frankland (P.-F.), 539, 710.
 Fras (S.), 1059.
 Frasc (H.-A.), 138.
 Frass (E.), 714.
 Fraysse (A.), 133, 183.
 Frébault (A.), 438.
 Fréchet (M.), 89, 288, 345, 1057, 1114.
Frédéricq (Léon), **517 à 528**.
 Freer (P.-C.), 343.
 Frémont (Ch.), 658, 742, 789.
 Freundler (P.), 346, 657, 709, 918, 1058.
 Frick (J.), 577.
 Friebberg (S. von), 444.
 Friedel (G.), 345, 398.
 Friedel (Jean), 132.
 Friedmann (H.), 1120.
 Friend (J.-A.-N.), 539.
 Frigoff (M^{lle} S.), 440.
 Frobenius, 588.
 Froin (G.), 660, 1011.
 Fron (G.), 484.
 Frouin (A.), 400, 439, 440, 486, 582, 623, 1011.
 Fubini (G.), 138, 444, 793, 1014.
 Fuchs (C.), 538, 622.
 Fuchs (R.), 918.

G

Gagnière (J.), 184, 235.
 Gaillard (G.), 289.
 Gaillard (L.), 486, 961.
 Gain (Edmond), 578.

Galavielle, 1116.
 Galine (L.), 530.
 Galippe (V.), 658, 706.
 Gallaud (L.), 1114.
 Gallo (G.), 296.
 Gallois (Eugène), 33.
 Gamba (P.), 138.
 Gamble (F.-W.), 539, 1118.
 Gardiner (J. A.), 1062.
 Gardner (W.-M.), 492.
 Garnett (J. C. M.), 875.
 Garnier (L.), 401.
 Garnier (M.), 535, 1010.
 Garrelon (L.), 707, 743.
 Garrigou-Lagrange (P.), 742.
 Garrigue (L.), 658, 659, 961.
 Gatin (M^{me} C.-L.), 535.
 Gatin (C.-L.), 535.
 Gatin-Gruzewska (M^{me} J.), 290.
 Gatin-Gruzewska (M^{me} Z.), 582, 707.
 Gatoux (Adrien), 701.
Gaubert (P.), 33, 833, **983 à 993**, 1054.
 Gaudechon, 345.
 Gaudry (A.), 1058.
 Gault (H.), 441, 538, 745.
 Gaumont (L.), 743.
 Gauthier (C.), 660.
 Gautier (Armand), 87, 136, 1061.
 Gautier (Cl.), 134, 401, 535.
 Gautier (L.), 534.
 Gautier (R.), 398.
 Gautrelet (J.), 38, 90, 135, 235, 623, 707, 1011.
 Gaver (F. van), 660.
 Gay (Alfred), 131, 394.
 Gebhard (L.), 710.
 Gebhardt (A.), 662.
 Geest (J.), 140.
 Gebrcke (E.), 95, 404, 793.
 Geisberger (E.), 1013.
 Gellé (E.), 134, 235, 582, 622.
 Gelmo (P.), 628.
 Gemelli (F. A.), 961.
 Gendre (E.), 38, 441.
 Gentès, 38, 135.
 Gentil (L.), 89, 484, 622, 657.
 Georgiades (M.), 132.
 Gérard (Er.), 289.
 Gérard (T. A.), 492.
 Géraudel (E.), 185, 346, 535.
 Gerber (C.), 401, 439, 441, 484.
 Gernez (D.), 484, 485, 533, 657.
 Gervais-Courtelmont, 739.
 Geyer (G.), 1014.
 Giacobini, 37, 399.
 Giard (A.), 38.
 Giesbrecht (W.), 346.
 Gilardoni (H.), 484.
 Gilbert (A.), 90, 91, 134, 235, 400, 440, 582, 622, 623, 659, 707, 743, 1115.
 Gilles, 154.
 Gineste (Ch.), 1114.
 Giolitti (F.), 296.
 Giran (H.), 37, 657.
 Girard (A.-Cb.), 345.
 Girard (J.), 235, 440.
 Girard (P.), 438.
 Girardin (P.), 184.
 Gley (E.), 657, 1010.
 Gmeiner, 480.
 Godard (F.), 668.
 Godchet (M.), 133, 187, 234, 345, 705.
 Godefroy (L.), 288.
 Gœbel (O.), 290.
 Gold (E.), 1119.
 Goldberger (F.), 747.
 Goldschmidt, 485.
 Goldschmiedt, 1013.
 Goldziher (Ch.), 1009.
 Gempel (M.), 346, 400.
 Goodrich (E. S.), 661.
 Goodwin (W. L.), 710.
 Gordon (Maria M. Ogilvie), 130.
 Gorescu (C.), 1010.
 Gorini (C.), 1015.
 Gorter (A.), 664.
 Gosio (B.), 1015.
 Gouin (A.), 440, 535, 707.

Gouin (Raoul), 916.
 Goulden (J.), 4059.
 Goulding (E.), 1063.
 Goupil (P.), 783, 1033.
 Gourdon, 961.
 Gouré de Villemontée (P.), 706.
 Gradenwitz (A.), 190, 354, 340, 592, 663, 711, 925, 967, 1063.
 Graetz (L.), 443.
 Grafe (V.), 404, 492.
 Gramont (A. de), 872, 1033, 1111.
 Granderye (L.-M.), 1033.
 Grand-Eury, 399, 439, 1058.
 Granger (A.), 399, 581, 710, 786.
 Grassberger (R.), 795.
 Grassi (B.), 149, 794.
 Grassi (U.), 1014.
 Grassmann (Hermann), 701.
 Gravier (Ch.), 398, 581, 1114.
 Gray (A. W.), 712.
 Gray (R. W.), 587.
 Gray (Th.), 95.
 Graziadei (H.), 628.
 Greffulhe, 290, 535.
 Grégoire de Bollemont, 708.
 Gregory (R.-P.), 1011.
 Gréhard (N.), 90, 399, 581, 706, 744, 1116.
 Grenard (F.), 86.
 Griffin (M. L.), 295.
 Griffon (Ed.), 484.
 Grignard (V.), 658.
 Grimbert (L.), 1010.
 Gros (H.), 707.
 Gross (Fr.), 134.
 Grossmann (J.), 184, 491, 662.
 Guarini (Emile), 968.
 Guarrigue (L.), 623.
 Guébbard (A.), 38, 39, 186, 187, 291, 345, 533, 550, 835, 918.
 Guédras (M.), 37, 438.
 Guéguen (F.), 185, 873, 1011, 1058.
 Guégen (P.), 234.
 Guende (M^{lle} B.), 398, 400, 580, 582.
 Guéniot, 38.
 Guerbet (M.), 235, 1010, 1058.
 Guérin (Paul), 436.
 Guglielminetti, 399.
 Guglielmo (G.), 138, 296.
 Guiart (J.), 532.
 Guichard (C.), 705, 1115.
 Guichard (Marcel), 394.
 Guiche (duc de), 484.
 Guignard (L.), 638, 742, 835, 960.
 Guidain (G.), 134.
 Guillaume (Ch.-Ed.), 85, 135, 179, 487, 708, 871, 1005, 1020, 1066.
 Guillaume (J.), 233.
 Guillemard (H.), 485, 582, 1058.
 Guilleminot (H.), 316, 706, 742.
 Guillet (L.), 183, 185, 342, 657, 658, 705, 835.
 Guilliermond (A.), 235, 835.
 Guillon (J. M.), 703.
 Guilloz (Th.), 91, 135, 236, 441, 1059.
Guinchant (J.), 398, 439, 484, 683 à 693.
 Guiraud, 959.
 Guitez, 90.
 Guntz (A.), 229, 398, 537, 709, 744.
 Gustavson (G.), 399.
 Guthrie (C. C.), 1011, 1059.
 Guttmann (L.-F.), 792.
 Gutton (C.), 288, 708.
 Guye (Ch. Eug.), 184, 229, 233, 533, 654.
 Guye (H.), 533.
 Guye (Ph.-A.), 485, 534, 638, **755 à 772**, 833, 1057.
 Guyénot (E.), 535.
Guyot (A.), 133, 183, 184, 237, 533, 537, 538, 550, 744, 892 à 901.
 Guyou (E.), 580.
 Gwyer (A. G. C.), 294.

H

Haaland, 91, 235, 347.
 Habets (Alfred), 480.
 Hachet-Souplet (P.), 707.

Hackford (J.-E.), 94, 1119.
 Hackspill (L.), 705.
Hadamard (Jacques), 194, 233, 499 à 504, 785, 789, 1009.
 Hadfield (R.-A.), 238, 746.
 Haentzschel (E.), 403.
 Haerdtl (H.), 664.
 Hahn (O.), 585.
 Hall (A.-D.), 661.
 Haller (A.), 37, 132, 183, 184, 234, 289, 348, 485, 533, 580, 622, 658, 1009, 1061, 1114.
 Hallez (P.), 233, 1009, 1058.
 Hallion, 288, 483.
 Hallopeau, 1010.
 Halluin (Maurice d'), 788, 1010.
 Halphen (G.), 401, 534.
 Hamburger (H.-J.), 1120.
 Hamonet (J.), 136.
 Hann (J.), 239, 628.
 Hansky (A.), 184, 233, 345, 438.
 Hanson (H.-N.), 403.
 Harang (P.), 1116.
 Harden (A.), 711.
 Hart (G.), 831.
 Hartley (P.), 1013.
 Hartley (W.-N.), 626, 920.
Hartmann (Henri), 540, 917, 993 à 1003.
 Hartog (M.), 293.
 Harvey (A.-W.), 1062.
 Harvey (T.-F.), 793.
 Haschek (E.), 794.
 Hasslinger (R. von), 139, 1013.
 Haudié (E.), 285, 832.
 Haug (Emile), 131, 399, 789, 1115.
 Hauger, 439.
 Haushalter (P.), 135, 236, 744.
 Hautefeuille, 1011.
 Hawthorne (J.), 491.
 Hayat, 790.
 Hayek (A. von), 139.
 Haynes (D.), 792.
 Heape (W.), 661.
 Hébert (Al.), 132, 136, 233, 1857.
 Heckel (F.), 1014.
 Hédon (E.), 235.
 Heinricher (E.), 239.
 Heitz (J.), 90, 707.
 Helbronner (P.), 1057.
 Hellebrand (E.), 794.
 Helmann (G.), 239.
 Helmert, 711.
Helmholtz (H. von), 1021 à 1029, 1063.
 Hemmelmayr (F. von), 96, 588.
 Hemsalech (G.-A.), 439, 533, 583.
 Henning (F.), 540.
Henri (V.), 90, 91, 133, 185, 292, 346, 347, 400, 534, 535, 640 à 642.
 Henry (A.), 400, 440.
 Henry (Ch.), 346.
 Henry (Louis), 533.
 Henry (Th.-A.), 1011, 1063.
 Herbetite (J.), 621.
 Hergesell (H.), 183, 581, 1057.
 Héricourt (J.), 287.
 Hérissé (H.), 398, 400, 1115, 1116.
 Hérissou, 183.
 Herlitzka (A.), 138.
 Hermann (K.), 711.
 Hermann (R.), 747.
 Herscher (M.), 235, 582, 707, 743.
 Hertwig (O.), 588.
 Hertzka (R.), 139.
 Hervieux (Ed.), 399.
 Herzog (J.), 1013.
 Hess (V.-F.), 1013.
 Hesse (Ed.), 38, 91, 134.
 Hewitt (J.-T.), 294, 1012.
 Hicks (W.-L.), 1012.
 Hlickson (Sydney J.), 1016.
 Hills (J.-S.), 350.
 Hinrichs (G.-D.), 234, 288, 621.
 Hiorns (A.-H.), 342.
 Hoche (L.), 397, 401, 1059.
 Hoernes (R.), 239, 794, 1014.
 Hoitsema (C.), 748, 796.

Holborn (L.), 351, 540.
 Holland (Auguste), 578, 872, 916.
 Holt (A.), 93.
 Holt (A. jun), 626.
 Homfray (M^{lle} J.-F.), 1013, 1062.
 Honigschmid (O.), 293.
 Hoogenhuyze (C.-J.-C. van), 964.
 Hopfgartner (K.), 331.
 Hopfner (F.), 664.
 Hopkins (F.-G.), 661.
 Hopkinson (B.), 489, 875.
 Hornes (Ph.), 1014.
 Horrocks (W.-H.), 876.
 Horton (Frank), 294.
 Houard (C.), 89, 535.
 Houdas (J.), 742.
 Houillon (L.), 746.
 Houllevigne (L.), 233, 439, 658, 1052.
 Houllier, 184, 1115.
 Howard (D.), 443.
 Huchard (H.), 346, 622, 706.
 Hue (Louis), 834.
 Huggins (Sir William), 961.
 Huggins (Lady), 961.
Hugouenq (L.), 132, 234, 398, 438, 1058, 1081 à 1091.
 Huiskamp (W.), 664.
 Hulshoff Pol (D.-J.), 1016.
 Humbert, 1010.
 Hunter (A.-E.), 491.
 Husson (Ed.), 705, 1057.
 Hutton (R.-S.), 627.

I

Ibbotson (Fred.), 916.
 Ignatowsky (A.), 91, 134.
 Imbert (A.), 441, 1053.
 Ingle (H.), 95.
 Irimescu (S.), 1010.
 Irvine (J.-C.), 711, 1012, 1062.
 Iscovesco (H.), 659, 744, 790.
 Itallie (L. van), 964.

J

Jackson (F.-H.), 238, 490.
 Jaeger (F.-M.), 664, 796, 1064.
 Jaffé (A.), 588.
 Jager (G.), 139.
 Jalaquier, 1010.
 James (Th.-H.), 402.
 Jammes (L.), 133, 707.
Janet (Paul), 547 à 557.
 Janssen (J.), 133, 918.
 Januschke (H.), 795.
 Japp (F.-R.), 587.
 Jaquero (A.), 534, 581.
 Jardim (C.), 290.
 Jardin, 183.
 Jaubert (J.), 874.
 Jeandelize (P.), 401, 441, 660.
 Jeans (J.-H.), 791, 915.
Jeanselme (Dr E.), 195 à 201.
 Jecker (L.), 534.
 Jehl (Dom F.), 960.
 Joannis (A.), 485.
 Joffroy (A.), 289, 1010.
 John (G. von), 628.
 Johnson (F.-M.-G.), 1063.
 Johnston (J.), 587, 792.
 Jolly (J.), 347, 400, 535, 744, 961, 1010.
 Jolly (W.-A.), 791.
 Jolyet, 289.
 Jomier (J.), 90, 91, 134, 659, 707.
 Jones (D.-T.), 1012.
 Jones (H.-O.), 137, 1119.
 Jonker (H.-G.), 240, 712, 796, 1016, 1120.
 Jonnesco (Th.), 184.
 Josias (A. No), 234, 399, 919.
 Jossifov, 185.
 Josué (O.), 961.
 Jouguet (E.), 345, 789.
 Jouhaud (L.), 1058, 1059, 1116.
 Jousset (A.), 659.

Joye (P.), 439.
 Joyeux, 660.
 Jowett (H.-A.-D.), 490, 627, 662, 792, 1063.
 Juch (V.), 628.
 Judd (M^{lle} H.-M.), 490.
 Julius (W.-H.), 664, 795.
 Jumelle (H.), 132, 233, 439, 1054.
 Jung (H.), 238, 627.
 Jungfleisch (E.), 233, 234, 345, 705.
 Jungfleisch (L.), 618.
 Juptner (Hans baron von), 481.

K

Kalischer (O.), 628.
 Kapteyn (W.), 44, 96, 963.
 Kareff (N.), 290, 346, 347, 440, 335.
 Katzer (F.), 747.
 Kay (F.-W.), 4012.
 Kaye (F.), 627.
 Kayser (H.), 871.
 Keeble (F.), 539, 1118.
 Kelly (R.-E.), 585.
 Kermorgant, 90, 484, 346, 534.
 Khouri (J.), 961.
 Kidston (R.), 876.
 Kipping (F.-S.), 294, 491.
 Klein, 351.
 Kleint (F.), 492.
 Klimont (I.), 404.
 Kling (André), 183, 237, 438, 483, 533, 580, 623, 1111.
 Klobb (T.), 657, 744.
 Klug (L.), 239.
 Kluger (A.), 664.
 Kluyver (J.-C.), 962.
 Knaffl-Lehnsdorf (E. von), 1013.
 Knoll (F.), 404.
 Knox (J.), 587.
Köhler (A.), 147 à 151.
 Königsberger, 1063.
 Kohn (M.), 747.
 Kohn-Abrest, 743.
 Kohnstamm (Ph.), 712.
 Königsberger, 238, 351.
 Konschegg (A.), 664.
 Korschun (G.), 444.
 Korte (R.-F.), 1062.
 Korteweg (D.-J.), 43, 1064.
 Kostersitz (K.), 794.
Kowalski (J. de), 439, 442, 773 à 776.
 Kraskovits (G.), 628.
 Krassiltschik (J.), 440, 483.
 Kraus (R.), 795.
 Krause (M.), 580.
 Krazer (Ad.), 831.
 Krebs (A.), 1057.
 Kreidl (A.), 295.
 Kremann (R.), 96, 139, 588.
 Kreusler (H.), 403.
 Krigar-Menzel (O.), 95.
 Krohn (A.), 38.
 Kronecker (H.), 234.
 Kubart (B.), 795.
 Kuckuck (M.), 290.
 Kunckel d'Herculais (J.), 38, 400.
 Kunstler (J.), 1114.
 Kunz (J.), 706.
 Kurrein (H.), 239.
 Kuss (G.), 742.

L

Laar (J. J. van), 240, 663, 664, 748, 796.
 Labbé (D.), 1010.
 Labbé (H.), 185, 656.
 Labbé (Marcel), 35, 88, 535, 741, 873, 917.
 Lache (J.-G.), 623, 707, 1010.
 Lacombe (H.), 187.
Lacroix (A.), 89, 233, 301 à 315,
 439, 533, 918.
 Ladenburg (E.), 540.
 Lafar (Dr Franz), 180.

Lafforgue, 347, 622, 707, 744.
 Lafite-Dupont, 441.
 Lagatu (H.), 37, 289, 533, 581, 789.
 Lagrange (F.), 399, 638.
 Lagriffoul, 790, 1116.
Lagusse (E.), 347, 400, 743, 1010, 1095 à 1109.
 Laignel-Lavastine, 440.
 Lainé (E.), 1114.
 Lake (M^{lle} H.), 876.
 Laloue (G.), 289.
 Lamb (M.-G.), 295.
 Lambert (M.), 1058.
 Lambert (P.), 789.
Lambling (E.), 19 à 31, 75 à 83,
 656.
 Lamothe (de), 38, 621.
 Lamotte (Marcel), 436, 577, 958.
 Lamplugh (G.-W.), 661.
 Lamy (H.), 233, 289, 440, 744.
 Lancereaux, 484, 743.
 Lanchester (F.), 710.
 Landerer (J.-J.), 918.
 Landolt, 38, 133.
 Landouzy, 1010.
 Landrieu (Ph.), 398, 534, 789.
 Landsiedl (A.), 794.
 Landsteiner (K.), 664.
 Lane (J.-H.), 188.
 Lane (N.-J.), 491, 747.
 Lane-Clayton (M^{lle} J.-E.), 1118.
 Lang (H.), 747.
 Lang (W.-R.), 587.
 Lange (D. de), 43.
 Lange (F.), 486, 535.
 Lange (S.-J. de), 654.
 Langeron (M.), 486.
Langevin (P.), 37, 89, 133, 135, 183,
 236, **257 à 276,** 484, 536, 583.
 Langlet (E.), 707.
 Langlois (J.-P.), 235, 707, 743, 788, 959.
 Langmuir (A.-C.), 138.
 Langstein (L.), 352.
 Lankester (E.-Ray), 876.
 Lannelongue, 234.
 Lopicque (L.), 234, 235, 346, 347, 438, 440, 581, 582, 622, 623, 660, 705, 707.
 Lopicque (M^{me} L.), 346, 347, 440, 660.
 Lapie (Paul), 35, 182.
 Lapostollet (N.), 617.
 Lapparent (A. de), 37, 184, 1058.
 Larguier des Bancels, 621, 623, 705, 707.
 Larminat (E. de), 32.
 Larmor (J.), 920.
 La Rosa (M.), 793.
 Lattès (S.), 89.
 Lauby, 133.
 Laudet (G.), 743.
 Laufer, 622.
 Laulanié, 38, 134.
 Launay (F.), 621.
Launay (L. de), 288, 399, 812 à 821,
 1057.
 Launoy (L.), 134, 535.
 Laur (F.), 133, 398, 581.
 Laurent (J.), 34, 185, 1116.
 Lauricella (G.), 296, 793.
 Laussedat (A.), 233.
 Lavallée (A.), 790.
 Lavauden (L.), 235.
 Lavaux (J.), 89, 706, 789.
 Laveran (A.), 90, 91, 183, 235, 398, 400, 439, 440, 483, 581, 622, 705, 743, 790, 919, 961, 1009, 1010, 1115.
 Lavergne (Gérard), 229, 285, 394, 702, 738, 831, 870, 956.
 Law (H.-D.), 137.
 Leach (F.-P.), 490.
 Lebaillly (C.), 961.
 Lebeau (P.), 438, 483, 537, 580, 621, 710, 1061, 1114.
 Le Bel, 487, 1117.
 Lebesgue (H.), 334, 1114.
 Leblanc (M.), 1116.
 Lebeuf, 84.
 Lebon (E.), 577.
 Le Cadet (G.), 1114.
 Lécaillon (A.), 38, 639, 707, 1058.

Lecarme (J.), 743.
 Le Chatelier (H.), 84.
 Lecher (E.), 794.
 Leclere du Sablon, 183, 581, 621.
 Lecomte (Henri), 578, 1007, 1113.
 Lecomte-Denis (Maurice), 285.
Lecornu (L.), 288, 398, 821 à 830.
 Le Dantec (A.), 38, 135.
Le Dantec (F.), 276 à 283.
 Le Dentu, 399.
 Ledoux (P.), 742.
 Ledru, 346.
 Leduc (A.), 289, 345, 399, 438.
 Leduc (St.), 484, 742.
 Leenhardt (Ch.), 706.
 Lees (Charles-H.), 137.
 Lees (F.-H.), 402.
 Lefèvre (J.), 91, 706, 960, 1058.
Legendre (A.-F.), 947 à 955.
 Legendre (R.), 347, 535.
 Léger (E.), 580, 581.
 Léger (L.), 90, 134, 234, 337, 834, 835.
Léger (M.), 939 à 947.
 Le Goff (J.), 346.
 Lehmann (O.), 957.
 Leithäuser (G.-E.), 404.
 Lelievre (M.), 577, 914, 1004.
 Lemoine (G.-H.), 440.
 Lemoine (J.), 583.
 Lemoine (P.), 184, 289.
 Le Monnier (G.), 400.
 Lemoult (P.), 133, 581, 621.
 Lenoble (E.), 535.
 Lépine (R.), 438, 660, 706, 743.
 Le Play, 134, 183, 234, 580, 658, 705.
 Lerch (F. von), 404, 492.
 Lereboullet (P.), 400, 440, 582, 622, 623, 659.
 Leredde, 440.
 Leriche (R.), 582.
 Le Roux (F.-P.), 89.
 Leroux (H.), 288, 658, 1115.
 Lesage (A.), 37.
 Lesage (L.), 534, 960.
 Lesch (K.), 295.
 Lesne (P.), 623.
 Lespiau (R.), 233, 345, 398, 401, 438, 658.
 Lester (J.-H.), 295.
Létheux (P.), 931 à 938.
Létième (Auguste), 88, 287, 834,
904 à 913.
 Letulle (M.), 400.
 Levaditi (C.), 35, 400, 440, 535, 623, 960, 961, 1010, 1058, 1059.
 Leven (G.), 1116.
 Le Verrier (U.), 872.
 Levi (E.), 1014.
 Levi (M.-G.), 793.
 Lévi (Léopold), 440, 660.
 Levi-Civita (T.), 296.
 Lévy (Albert), 186.
 Lewkowitzch (L.), 1120.
 Lezé (R.), 180.
 Libert (L.), 874.
 Lichtenstern (B.), 352.
 Lieber (H.), 350.
 Lindelof (Ernst), 1004.
 Linder (E.), 1119.
 Linder (S.-E.), 188.
 Lindet (L.), 37, 136, 487, 658, 956.
 Linnossier (G.), 235, 440, 1116.
 Linsbauer (L.), 351.
 Liouville (R.), 345, 439.
 Lippmann (G.), 40, 89, 581, 660.
 Lipschitz (A.), 139.
 Lisle (J. de), 1010.
 Lister (J.-J.), 586.
 Livon (Ch.), 583.
 Livon (J.), 135.
 Lord y Gamboa (Dr Ramon), 618.
 Lloyd (L.-L.), 492.
 Lobo (N.), 290.
 Lockyer (J. Norman), 40, 442, 584, 624.
 Loquain (R.), 621, 657, 705, 710.
 Lodge (O.-J.), 238.
 Lodin (A.), 743.
 Loeb (Jacques), 786.

Loeper (M.), 623, 679.
 Loewy, 133, 288, 705, 742, 835.
 Loir (A.), 704.
Loisel (G.), 10 à 19, 65 à 75, 290, 343, 346, 376 à 392, 1009, 1011, 1059, 1114.
 Lombroso (U.), 90.
 Longden (A.-H.), 293.
 Lorentz (H.-A.), 139, 240, 663, 963, 1064.
 Lorié (J.), 440.
 Lortat-Jacob (L.), 400.
 Louise (E.), 657, 743.
 Lovibond (J.-W.), 403.
 Lovisato (L.), 794.
 Lowe (W.-F.), 188.
 Lowenthal, 1058.
 Lowry (T.-M.), 41, 662.
 Lubimenko (W.), 874.
 Lucas-Championnière, 184, 1058.
 Lucet (A.), 1009.
 Lugeon (M.), 534, 580.
 Lugol (P.), 135.
 Lullin (Th.), 438.
 Lumière, 654, 705.
 Lumsden (J.-S.), 137.
 Lunt (J.), 584.
 Lutringer (A.), 432, 346.
 Lutz (L.), 34, 484, 289, 343.
 Lyons (H.-G.), 488.

M

Macallum (A.-B.), 625.
 Mac Arthur (J.-S.), 491.
 Macbride (E.-W.), 661.
 Mc Candlish (D.), 1012.
 Macdonald (J.-S.), 746.
 Macé (E.), 705.
 Machat (J.), 86, 740, 1056.
 Mache (H.), 404, 443.
 Mac Intosh (R.), 238.
 Mac Intosh (D.), 294, 491.
 Mackenzie (Al.), 662, 1013.
 Maclaurin (R. C.), 488.
 Mc Leod (C.), 875.
 Mac-Mahon (P.-A.), 238.
 Maguery, 487.
 Maheu (J.), 1115.
 Maignon (F.), 438, 439, 484, 485.
Mailhe (A.), 172 à 178, 184, 398, 657, 658, 705, 708, 742, 743.
 Maillard (L.), 86, 1009.
 Maillet (Ed.), 183, 345, 484, 621, 835, 1004.
 Maire (Dr), 234.
 Maire (M.), 539, 744.
 Maire (René), 399, 441.
 Malaquin (A.), 530.
 Malassez (Jean), 1114.
 Malassez (L.), 1114.
 Malfitano (G.), 37, 485, 707, 744, 874, 960, 1009, 1114.
 Malherbe, 289.
 Mallet, 790.
 Malloizel, 440.
 Maltet, 346.
 Mameli (E.), 1015.
 Mancini (Ernest), 296, 444, 794, 1015.
 Mandoul (H.), 38, 90, 133, 134, 707.
 Manéa (André), 702.
 Mangin (L.), 580.
 Manley (J.-J.), 874.
 Manouélian (Y.), 400, 1059.
 Manouvrier, 38.
 Manouvriez (A.), 581.
 Manschot (G.-W.), 240.
 Mansuy (H.), 289.
 Manuéli (E.), 438.
Maquenne (L.), 237, 401, 533, 591 à 598, 624, 754, 928 à 931, 960.
 Marage, 90, 288, 1009, 1057.
 Maragliano (G.), 1015.
 Marais de Beauchamp (P.), 1115.
 Marcano, 1010, 1116.
 Marceau (F.), 742.
 March (F.), 234, 289, 348.
 Marchand (L.), 486.

Marchis (L.), 870.
 Marchoux (E.), 290, 790.
 Marckwald, 711.
 Mardick (J.-R.), 94.
 Marie (A.), 400.
 Marie (G.), 485, 535, 591, 1010, 1111.
 Marié (G.), 288, 483, 580.
 Marinesco (G.), 400.
 Marino (F.), 185.
 Marion (Georges), 620.
 Marquis (L.), 136.
 Marquis (R.), 534.
 Marsais (P.), 37.
 Marsh (J.-E.), 295.
 Marshall (F.-H.-A.), 791, 1118.
 Martel (E.-A.), 288, 622, 707.
 Martignat (M.), 1007.
 Martin (K.), 240.
 Martin (L.), 440.
 Martine (C.), 132, 533.
 Martinelli (G.), 138.
Martinet (A.), 182, 568 à 575, 611 à 616, 1053, 1113.
 Martinsen, 581.
 Mas (F.-B. de), 869.
 Mascarelli (L.), 1015.
 Mascart (E.), 37, 484, 835.
 Mascart (J.), 533.
 Mason (M.), 439.
 Massart (G.), 228.
 Masselin (Jules), 88.
 Massol (L.), 289.
 Masson (Paul), 741.
 Massoulier (P.), 133, 289, 438.
 Mathews (J.-M.), 747.
 Mathias (E.), 129, 484.
 Mathieu (F.), 579.
 Mathot (R.-E.), 944.
 Matignon (C.), 132, 224, 378, 484, 553, 621, 638, 706.
 Matruchot, 1010.
 Matthaci (M^{re} G.-L.-C.), 790.
 Matthes (W.), 663.
 Mattiolo (O.), 1015.
 Maubant (E.), 89, 399.
 Mauduit (A.), 229.
 Maupetit, 441.
 Maurant (E.), 37.
 Maurel (E.), 90, 91, 134, 185, 290, 400, 486, 535, 582, 623, 659, 743.
 Maurel (G.), 707.
 Mayer (André), 235, 289, 290, 440, 706, 744.
 Mayet, 580.
Mazé (P.), 152 à 157, 205 à 217, 343, 621.
 Mazelle (Ed.), 372.
 Mazzucchelli (A.), 793.
 Mebus (A.), 443.
 Mecquenem (de), 1115.
 Meerten (H. van), 748.
 Meerum Terwogt (P.-C.-E.), 440.
 Mees (Ch.-E.-K.), 137, 401, 625.
 Mehmke (R.), 663.
 Meige (Henry), 131, 231.
 Meingast (F.), 96.
 Meker (G.), 92.
 Meldola (R.), 94, 488, 443, 1012.
 Melikoff (P.), 234.
 Mendelsohn (M.), 233.
 Menster (F.), 1013.
 Mercier (L.), 91, 582.
 Mercier (P.-Ad.), 180.
 Merriman (R.-W.), 1013.
 Mertens (F.), 351.
 Meslin (G.), 133, 234, 345, 533, 657, 705, 874.
 Mesnil (F.), 398, 400, 440, 580, 582, 1011, 1017.
 Metchnikoff (El.), 534.
 Metzner (R.), 739.
 Meunier (L.), 345, 623.
Meurice (J.), 1015 à 1051.
Meyer (A.), 111 à 123, 158 à 171, 404, 450, 669.
 Meyer (E.), 43, 96.
 Meyer (H.), 295, 1013.
 Meyer (S.), 96, 404, 443, 794.

Meyerhoffer (W.), 239, 833.
 Michel (A.), 235, 295.
 Michelis (G. de), 290.
Michel-Lévy (A.), 359 à 369, 1009, 1114.
 Michel-Lévy (H.), 37, 89.
 Micklethwait (M^{lle} F.-M.), 137, 1012.
 Mignot (F.), 1113.
 Mignot (R.), 579.
 Milhaud (G.), 798.
 Miller (G.-A.), 89, 918.
 Miller (N.-H.-J.), 661.
 Milliau (E.), 657.
 Millochau (C.), 183, 918, 1057.
 Millosevich (E.), 438, 296.
 Milne (J.), 836.
 Minchin (E.-A.), 1011.
 Mingazzini (P.), 794.
 Minguin (J.), 133, 237, 399.
 Mioni (G.), 38, 185, 347.
 Mioni (J.), 434.
 Mirovitch, 440, 622.
 Mitchell (H.-V.), 294, 1012.
 Möbius, 351.
 Moissan (H.), 90, 132, 133, 183, 229, 233, 485, 581, 621, 1114.
 Mol (D.), 964.
 Molisch (H.), 295.
 Moil (J.-W.), 796.
 Molle, 706.
 Molliard (M.), 484, 789.
 Monaco (prince de), 533, 534, 874.
 Mongour, 347, 486.
 Monod (Ch.), 1010.
 Monpillard (F.), 658.
 Montangerand, 960.
 Montel (R.), 623.
 Montelli (J.), 623.
 Montessus de Ballore (R. de), 580, 869.
 Montoya y Flores, 1010.
 Moodie (M^{lle} A.-E.), 1062.
 Moog (R.), 1058.
 Moore (B.), 585.
 Moore (J.-E.-S.), 790.
 Moore (R.-W.), 587.
 Morat (J.-P.), 619.
 Morchoisne (E.), 185.
 Moreau, 919.
 Morel (Alb.), 132, 134, 234, 290, 346, 347, 398, 400, 438, 440, 535, 744, 1058.
 Moreux (Th.), 234, 289.
 Morgan (G.-T.), 137, 662, 747.
 Mornac (G.), 961, 1012.
 Morrell (R.-S.), 350.
 Morrow (J.), 350, 624, 1119.
 Mortimer-Mégret (Comte), 956.
 Mosny, 440.
 Mosso (A.), 139, 181, 444.
 Motet, 38, 1010.
 Motion (J.), 295.
 Moty, 440.
 Moupilard (A.-Th. de), 294.
 Moulin (H.), 1060.
 Moulin (M.), 183.
 Moureaux (Th.), 89, 438, 835, 874, 1057.
 Moureu (Ch.), 136, 621, 622, 658, 705, 709, 742, 743, 1114.
 Moussu (G.), 134, 234, 235, 439, 1011, 1058.
 Moutier (A.), 233, 288, 345, 743.
 Moutier (F.), 657.
 Mouton (H.), 743, 789, 1060.
 Mœynier de Villepoix, 659.
 Muir (Robert), 94.
 Muller-Breslau, 540.
 Muller (E.), 43.
Muller (P.-Th.), 37, 86, 238, 352, 417 à 423, 538, 577, 622, 628, 702, 1063.
 Mulon (P.), 37, 1010.
 Munaron (L.), 139, 794.
 Mündici (C.-M.), 138.
 Munk (J.), 492, 1063.
 Muntz (A.), 184, 1114.
 Muratet (L.), 444, 1011.
 Murgoci (G.-M.), 658, 743, 835.
 Murray (G.), 539.
 Muspratt (M.), 491.

N

Naagen (L.), 443.
 Nabias (B. de), 707.
 Nagel (O.), 627.
 Nageotte (J.), 535, 961.
 Nalepa (A.), 404, 794.
 Nance (J.-T.), 491.
 Nasini (R.), 444, 793.
 Nattan-LARRIER (L.), 131, 440, 1058.
 Neesen, 443.
 Nègre, 622.
 Nègris (Ph.), 1114.
 Neu (J.-M.), 295.
 Netter (A.), 1010, 1011, 1058, 1059, 1115.
 Neumann (J.), 96.
 Neveu-Lemaire, 659.
 Newton (J.-A.), 740.
 Nicklès (R.), 183, 398, 658.
Nicloux (Maurice), 38, **1029 à 1037**.
 Niclardot (P.), 92, 183, 236, 398, 709.
 Nicolas (E.), 400, 439, 440, 535.
 Nicolas (J.), 134, 623, 744.
 Nicolle (C.), 134, 185, 234, 235, 486, 659, 744, 790.
 Niederschülte (J.), 492.
 Nierenstein (M.), 710.
 Niessl (G. von), 404.
 Nimführ (R.), 404, 628.
 Niffis (J. de), 706.
 Niveu (C.), 294.
 Nobécourt, 623, 707.
 Noble (Sir Andrew), 791, 1118.
 Noel (E.), 1115.
Nordmann (Ch.), 89, **103 à 111**, 233, 290, 1115.
 Norman (G.-M.), 792.
 North (B.), 492.
 Northall-Laurie (D.), 490.
 Nouri (O.), 582, 623, 961.

O

Obrecht (A.), 1004.
 Ocagne (Maurice d'), 433, 529.
 Occhialini (A.), 793.
 Oceanu (P.), 132.
 Oddo (B.), 296, 441, 660.
 Odier (R.), 533.
 Ofner (R.), 747.
 Oldham (R.-D.), 585.
 Olie Jr. (J.), 748.
 Oliver (P.-W.), 661.
 Olivier (Louis), 400, 629, 654, 656, 669.
 Olmer (D.), 135.
 Olsuki (C.), 492.
 Onnes (H. Kamerlingh), 748, 796.
 Orlando (L.), 138, 296.
 Ortal (134).
 Orton (K.-J.-P.), 137, 403, 626.
Osmond (F.), 33, **51 à 65**, 90, 481, 705, 789.
 Ostenfeld (A.), 617.
 Ostwald (W.), 351, 618.
 Otsuki (C.), 627.
 Ott (H.), 96.
 Oudemans (J.-A.-C.), 96, 663.
 Ouvrard (L.), 789.
 Owen (D.), 791.

P

Pacaut (M.), 289, 659.
 Pacottet (P.), 531, 787.
 Padé (H.), 742, 1009, 1057.
 Padoa (M.), 793.
 Padova, 1114.
 Pagès (C.), 873.
 Pagniez (Ph.), 1009, 1010.
 Painlevé (P.), 37, 345, 918.
 Paiseau (G.), 486, 707.
 Palazzo (C.), 1015.
 Panichi (L.), 1015.
 Panisset (L.), 91, 134.
 Pannekoek (A.), 96.
 Pansiot (A.), 789.

Pantanelli (E.), 794.
 Papelier (G.), 223.
 Papillault, 706, 744.
 Papinian (J.), 290.
 Paraskevopoulos (P.), 659.
 Parhon (R.), 290.
 Pariset, 234, 235.
 Parker (T.-J.), 531.
 Parona (C.-F.), 296.
 Parravano (N.), 444.
 Pascal (E.), 138, 444.
 Passa (H.), 658.
 Pastureau, 621.
 Patein (G.), 90.
 Patterson (Th.-S.), 94, 137, 350.
 Pattinson (H.-S.), 188, 350.
 Pattinson (J.), 188.
 Paulesco (N.-C.), 1058.
 Paulhan (Fr.), 873.
 Peake (A. H.), 624.
 Pearce (F.), 183, 621.
 Pécheux (H.), 37, 581.
 Pêchoutre (F.), 436.
 Peck (J.), 187.
 Pécoul (A.), 90, 186.
 Peglion (V.), 794.
 Peglioni (V.), 296.
 Péju (G.), 440.
 Pekelharig (C.-A.), 140.
 Pélabon (H.), 534.
 Péletier (M^{lle} M.), 535.
 Pellat (H.), 133, 657.
 Pennock (J.-D.), 627.
Pépin (V.-E.), **694 à 700**.
 Perdrix (L.), 401.
 Pérez (Ch.), 38, 133, 235, 441, 623.
 Pérgola (D. Di), 444.
 Pêrissé (L.), 393.
 Perkin (A.-G.), 402, 587, 710, 792.
 Perkin (F.-M.), 792.
 Perkin (W.-H.), 188.
 Perkin (W.-H. jun.), 350, 402, 403, 539, 710.
 Perman (E.-P.), 188, 625.
 Pernter (J.-M.), 533, 628, 664.
 Pérot (A.), 37, 441, 1061.
 Perotti (R.), 296.
 Perrier (A.), 438.
 Perrier (Edmond), 231.
 Perrier (G.), 432, 483.
 Perrier (R.), 439.
 Perrigot (M.), 89.
 Perrin (Jean), 134, 185, 236, 290, 486, 618.
 Perrin (M.), 660.
 Perrin (W.-S.), 876.
 Perrot (F.-L.), 581.
 Peruzzi (L.), 794.
 Pescheux, 439.
 Peter (Carl), 1063.
 Petit (Joseph), 40, 136, 233, 289, 292.
 Petit (P.), 706.
 Petitjean, 290.
 Petot (A.), 233.
 Petri (L.), 139, 444, 794.
 Petrie (J.-M.), 920.
 Pettit (A.), 38, 87, 90, 235.
 Peyrony, 657.
 Philip (J.-Ch.), 792.
 Philipps (P.), 187, 961.
 Philoche (M^{lle} Ch.), 382, 790.
 Phisalix (C.), 288, 290, 637, 659.
 Pic (A.), 185.
 Picard (Em.), 132, 399, 657.
 Picciati (G.), 444.
 Piccini (G.), 793.
 Pickles (S.-S.), 350, 539.
 Pictet (A.), 918.
 Pictou (H.), 1119.
 Pidoux (Justin), 665.
 Piery, 38, 90, 134.
 Piettre, 184, 289, 401, 438, 533, 657, 1009.
 Pigeaud, 345, 439.
 Pigeon (L.), 618, 619, 742, 789.
 Pignet (P.), 538.
 Piltschikoff, 835.
 Pinard (A.), 743.
 Pincherle (S.), 1014.

Pinoy, 486, 623.
 Pintza (Al.), 658.
 Piroutet (M.), 132.
 Pitouan (J.-E.), 1012.
 Pittard (E.), 960.
 Pizon (A.), 1114.
 Pizzetti (P.), 444.
 Place (T.), 796.
 Plancher (G.), 138, 296, 793.
 Plauck (M.), 588.
 Plangger (A.), 588.
 Platania (Gaetano), 1115.
 Platania (Gio.anni), 1115.
 Plaut (H.), 535.
 Plimmer (H.-G.), 293.
 Pochettino (A.), 793, 1014.
 Poincaré (H.), 37, 132, 438, 581, 960.
 Poirier, 133, 1058.
 Polack (A.), 37, 581.
 Policard (A.), 1010, 1116.
 Poucet (A.), 582, 743.
 Pousot (A.), 484, 485, 621.
 Popper (R.), 1014.
 Porcher (Ch.), 440, 485, 534, 535, 658, 835.
 Porchet (F.), 533.
 Portier (P.), 400.
 Posternak (S.), 42, 183, 235.
 Posthumus Meyes (R.), 96.
 Potier (A.), 533.
 Potocki (J.), 397.
 Prain (D.), 661.
 Precht (J.), 492.
 Prenant (A.), 86, 131, 146, 236, 287, 397, 744.
 Prévost (J.-L.), 134, 185.
 Prey (A.), 664.
 Price (W.-H.), 587.
 Prideaux (E.-B.-R.), 875, 1119.
 Priestman (H.), 403.
 Pring (J.-N.), 1062.
 Probst (M.), 404.
 Proca (G.), 659.
 Proctor (Ch.), 294.
 Prost (E.), 132, 232.
 Prud'homme (M.), 581.
 Przibram (K.), 96.
 Pscheidl (W.), 351.
 Puccianti (L.), 138, 296.
 Puglisi (M.), 444.
 Puisieux, 133, 288.
 Purdie (Th.), 1012.
 Purvis (J.-E.), 1119.
 Puschl (P.-K.), 794.

Q

Quennessen (L.), 709, 742.
 Quillard (Ch.), 231.
 Quintaret (G.), 441.

R

Rabaté (E.), 703, 788, 917.
 Radakovic (M.), 664.
 Radakovits (J.), 628.
 Raffy (L.), 657.
 Railliet (A.), 400, 440.
 Raken (H. W. R.), 140.
 Rambaud, 37, 89, 132, 438.
 Ramfaldi (F.), 793.
 Ramon y Cajal (S.), 346, 334, 1011.
 Ramond (F.), 789, 1010.
 Ramond (L.), 533, 1011.
Ramsay (Sir W.), 443, 585, **801 à 803**.
 Randau (Paul), 785.
 Raiz (F.), 1013.
 Ravaz (L.), 658, 789.
 Raveau (C.), 789.
 Ravenna (C.), 438, 793.
 Ray (P.-C.), 94.
 Rayet (G.), 89, 133, 621, 874.
 Rayleigh (Lord), 40, 349, 919.
 Raymond, 289.
 Razous (P.), 1006.

- Récamier (D.), 235, 623.
 Recoura (A.), 621, 657, 703.
 Redpath (G.-C.), 359.
 Regel-perger (Gustave), 717, 971.
 Regen (J.), 293.
 Regeuer (E.), 793.
Regnault (Dr Félix), **217 à 227**.
 Rehns J., 347, 400, 657.
 Reid (W. F.), 188.
 Reiger (R.), 443.
 Reinganum (M.), 404, 712.
 Reiser (O.), 1014.
 Remlinger (P.), 38, 91, 533, 582, 622.
 623, 659, 660, 744.
 Remoundos (G.), 432, 484, 960.
 Renan (H.), 657.
 Renard, 486.
 Renaut (J.), 183, 290, 744.
 Rengade (E.), 133, 484, 581, 706.
 Rénon (L.), 1011.
 Renouf (N.), 792.
 Répin (Ch.), 485, 742.
 Repossi (E.), 438.
 Retterer (Ed.), 134, 185, 235, 346, 400,
 485, 639, 744, 790, 1010.
Révil (J.), 162 à 176, 872, 1091 à
1094.
 Rey (J.), 1037.
 Reynier (P.), 133, 184, 582, 706.
 Rheti (L.), 1063.
 Ribadeau-Dumas (L.), 90, 707, 1010,
 1011, 1059.
 Richard (G.), 32.
 Richard (J.), 541.
 Richards (F. E.), 747.
 Richardson (C.), 491.
 Richardson (F. W.), 403, 588.
 Riche (A.), 534.
 Richetot (L.-G.), 534, 1058.
Richet (Ch.), 434, 622, **883 à 891**.
 Richon (L.), 401, 441, 660.
 Richthofen (de), 918.
 Riesz (F.), 132, 960.
 Rieux, 1059.
 Righi (A.), 793, 1014.
 Rimatori (C.), 794.
 Rimini (E.), 444.
 Ringelmann (M.), 960, 1009.
 Rinne (E.), 33.
 Rinne (F.), 833.
 Rist (A.), 232.
 Rist (E.), 707.
 Roaf (H. E.), 585.
 Roberts (D. J.), 402.
 Robertson (Ph. W.), 1003, 1119.
 Robertson (W.), 662.
 Robin (A.), 706, 961.
 Robyn (A.), 581, 622.
 Rocques (X.), 180, 234, 436, 531, 786,
 834.
 Rodano (C. A.), 296.
 Rodet (A.), 235, 582, 790, 1116.
 Rodriguez (L.), 660.
 Røederc (G.), 485, 537, 744.
 Roger (H.), 535, 961, 1010, 1011.
 Roger (J.), 290, 535, 1010.
 Rogers (F.), 873.
 Rogerson (H.), 1119.
 Rogovsky (E.), 288, 484, 960.
 Romburgh (P. van), 796, 964.
Romeu (Albert de), **504 à 516**.
Romme (R.), **176 à 179, 959, 1113**.
 Roos (L.), 789.
 Roozeboom (H. W. Bakhuis), 240, 748,
 796, 1064.
 Rosendaal (A. M. van), 1120.
 Rosenhain (W.), 489.
 Rosenheim (O.), 587, 876.
 Rosenstiehl, 581.
 Rosenthal (G.), 400.
 Rossard (F.), 439.
 Rossi (G.), 139.
 Rostaine, 235, 290.
 Rotch (L.), 918.
 Rothé, 39.
 Rothmund (V.), 1014.
 Rothschild (H. de), 437, 1008.
 Rouget (J.), 622.
 Roullet (Lucien), 232.
 Rouslacroix, 441.
 Rousseau (E.), 345.
 Rousseau Saint-Philippe, 1115.
 Roussel (Albéric), 131.
 Routier, 658.
 Roux (E.), 233, 293, 399, 485, 533, 534,
 624, 1058.
 Roux (J.-Ch.), 707.
 Rouyer (L.), 358.
 Rozet (Cl.), 183.
 Rowland (J.-S.), 137.
 Rubens (H.), 93, 540.
 Rudolph (K.), 404.
 Ruhemann (S.), 94, 491, 1013.
 Russ (F.), 404.
 Russell (A.), 1118.
 Russell (W.), 37.
 Rymberk (G. Van), 444, 1016.
- S**
- Sabareanu (G.), 400.
 Sabat (B.), 289.
Sabatier (P.), 184, 234, 398, 658, 708,
 742, 742, **842 à 850, 1006**.
 Sabrazès (J.), 235, 441, 1011.
 Sachau, 540.
 Sacquépée, 1059.
 Sait-Martin (L.-G.), 134.
 Saint-Paul (B.), 530.
 Saint-Philippe (H.), 961.
 Sakorrphos, 535.
 Salet, 288, 874.
 Salmon (E.-S.), 626.
 Salmon (P.), 235, 400, 582, 657, 658.
 Salomon (M.), 38, 134.
 Saloo (M.), 1015.
 Samec (M.), 239.
 Sand (Henry J.-S.), 436.
 Sandberg (C.-G.-S.), 439.
 Sande Bakhuyzen (H.-G. Van), 239, 796.
 Sani (G.), 138.
 Sargenton-Galichon (M^{me} A.), 656.
 Sauton, 485, 535, 537, 1117.
 Sauvage (Edouard), 529, 1010.
 Savorin, 132.
 Savoroin (J.), 705, 1037.
 Schattenfroh (A.), 795.
 Scheuer (O.), 534.
 Schidlof (A.), 184.
 Schidrowitz (Ph.), 295, 627.
 Schinz (H.-H.), 352.
 Schlœsing (Th. fils), 1057.
 Schmitt (Ch.), 534, 658.
 Schofield (J.), 294.
 Schoute (C.), 964.
 Schoute (P.-H.), 44, 96, 140, 240, 352,
 664, 712, 748, 796, 963, 964, 1016, 1064,
 1120.
 Schröder (H.), 626.
 Schulten (A. de), 183.
 Schultz (Oscar), 1063.
 Schulze (F.-F.), 238.
 Schumacher (S. von), 1014.
 Schur (Issai), 588.
 Schurr (J.), 85, 351.
 Schweidler (E. von), 96, 404, 794.
 Schwittler (M.), 747.
 Scott (Al.), 443.
 Scott (D.-H.), 42.
 Scott (J.), 626.
 Searle (G.-F.-C.), 661.
 Seguy (G.), 89.
 Seidl (F.), 239.
 Seillière (G.), 290, 582.
 Sell (W.-J.), 626.
 Selleger (E.-L.), 140.
 Semichon (L.), 657, 786.
 Sencert (L.), 434, 236, 660.
 Senderens (J.-B.), 234.
 Senier (A.), 1062.
 Senter (George), 625.
 Sérégé (H.), 38, 346, 347.
 Sergent (Edm.), 434, 440, 790, 1059.
 Sergent (Et.), 134, 440, 790, 1059.
 Sérieux (Paul), 344, 579.
 Seurat (G.), 289.
 Severi (F.), 183, 399.
 Sevestre, 234, 582, 658, 1058.
 Sevin, 440, 707.
 Seyewetz (A.), 742.
 Shaw (P.-E.), 835.
 Shaw (W.-N.), 488.
 Sheppard (S.-E.), 137, 401, 625, 1013.
 Sherrington (C.), 626, 746.
 Short (F.-C.), 626.
 Sicard (J.-A.), 235.
 Sidgwick (N.-V.), 491.
 Siebenrock (F.), 628.
 Siegfried (André), 182.
 Siden (Per), 32.
 Silber (P.), 444, 1015.
 Simon (de Nancy), 91, 236.
 Simon (L.), 293.
 Simon (L.-J.), 289, 345, 348.
 Simon (M.), 747.
 Simon (P.), 401, 660, 744, 1039.
 Simond (P.-L.), 790.
 Simonet (A.), 346, 438.
 Simpson (G.-C.), 584.
 Simpson (W.-J.), 1054.
 Simonsen (J.-L.), 710.
 Sindall (R.-W.), 792.
 Sirk (H.), 1013.
 Sissingh (R.), 964.
 Skraup (Zd.-H.), 96, 588, 1013, 1014.
 Slatincano (A.), 707, 1010.
 Slator (A.), 491.
 Sluyter (Ch.), 712.
 Smedley (M^{lle} J.), 1012.
 Smiles (S.), 403.
 Smith (M^{lle} A.-E.), 403.
 Smith (H.-L.), 626.
 Smithells (A.), 443.
 Smits (A.), 796.
 Sodeau (W.-H.), 42.
 Sohler (A.), 228.
 Sohngen (N.-L.), 1015.
 Solacolu (Th.), 1114.
 Solvay (E.), 533, 657.
 Sommerfeld (A.), 44.
 Soulé (Ed.), 1011.
 Soulié (A.), 235, 400, 919, 1059.
 Soulté (E.), 347.
 Sowter (R.-J.), 294, 490.
 Sparre (de), 89, 183, 742.
 Spielmann (P.-E.), 747.
 Spiess (C.), 400, 743, 874, 1011.
 Spillmann (L.), 91, 401, 660, 744.
 Stanford (N.-V.), 710.
 Stanoiévitch (G.-M.), 960.
 Stassano (H.), 582.
 Steel (T.), 627.
 Steele (B.-D.), 238.
 Stefaui (C. de), 439, 794.
 Stefanik (M.), 918.
 Stefanowska (M^{lle} M.), 89, 398, 742,
 918, 1114.
 Stelzoer (H.), 492.
 Stéphan (E.), 918.
 Stephan (P.), 135, 914.
 Stephanos (C.), 533.
 Stephens (F.-G.-C.), 1012.
 Stern (M^{lle} L.), 90, 91, 185, 484, 486, 533,
 705, 1059, 1063, 1114, 1116.
 Stevens (H.-P.), 793.
 Stewart (A.-W.), 137, 350, 402.
 Stini (J.), 535, 744.
 Stock (J.-P. Van der), 964.
 Stodel (G.), 410.
 Stok (J.-P. Van der), 352.
 Stokes (J.-A.), 662.
 Stolz, 480.
 Strada (F.), 707, 744.
 Streintz (F.), 492.
 Strohschneider (O.), 492.
 Struthers (R. de J.-F.), 295, 403.
 Strutt (R.-J.), 584, 661, 746.
 Stückner (N.), 492.
 Stuchetz (J.), 795.
 Stumpf, 351.
 Stuyvaert, 1057.
 Suarez de Mendoza, 440, 534.
 Sudborough (J.-J.), 402.

Suess (E.), 1014.
Sugg (E.), 90.
Suida (W.), 239, 628.
Sulzer-Ziegler (Ed.), 247 à 256.
Sumpner (W.-E.), 1012.
Suner (A.-P.), 790.
Süss (J.-H.), 1013.
Suyver (J.-F.), 140.
Swinburne (J.), 188, 1062.
Swyngedauw (R.), 316 à 323.
Sy, 37, 89, 132, 438.

T

Taboury, 709.
Taccioni (E.), 794.
Taffourcau (E.), 1114.
Tagliaferri (E.), 793.
Take (E.), 492.
Tammann (Gustave), 433.
Tandler (R.), 747.
Tannery (Paul), 410 à 417.
Tannery (Jules), 576.
Tanon, 622.
Tanret (G.), 40, 706, 742.
Tassilly, 93.
Tatlock (R. R.), 295.
Tattersall (G.), 403.
Taylor (F.), 94, 137.
Tedone (O.), 296, 444.
Teglio (E.), 296.
Teisserenc de Bort (L.), 233, 705, 918.
Teissier (B.), 400, 582.
Teixeira (F. Gomes), 393.
Tenchini (L.), 1015.
Teodoro (E.-C.), 234.
Termier (P.), 1115.
Terrien (Eug.), 1011.
Terroine (T.-F.), 536, 705, 790.
Tétédoux (Paul), 738.
Thaon (P.), 134.
Theiler (A.), 920.
Thiele (F.-H.), 746.
Thiroux, 90, 582, 797.
Thomas (A.), 90.
Thomas (W.), 402.
Thompson (G.-W.), 587.
Thompson (H.-B.), 662.
Thompson (S.-P.), 188.
Thomson (R.-T.), 295.
Thooris, 347.
Thorpe (J.-F.), 1119.
Thorpe (Th.-Ed.), 294.
Thoulet (F.), 396.
Thoulet (J.), 655, 656, 960.
Thovet (J.), 1009.
Tieghem (Ph. Van), 1015.
Tiffeneau, 580, 621, 624, 918, 960.
Tilden (W.-A.), 403, 662.
Tinkler (Ch.-K.), 350.
Tison, 535.
Tissot (J.), 183, 184, 233, 289, 346, 1059.
Titherley (A.-W.), 1012.
Tixier (L.), 707, 1011.
Tizzoni (G.), 1015.
Toch (M.), 587.
Toldt (C.), 1014.
Toldt (K.), 443.
Tornani (E.), 296.
Tornier (G.), 1063.
Torres (L.), 438.
Tortelli (M.), 436.
Touchet (Em.), 438.
Toujan (G.), 235, 400, 1059.
Touplain, 439.
Traina (E.), 296.
Trannoy (R.), 132, 706.
Traube (E.), 42.
Traube (J.), 663.
Travers (M.-W.), 294, 1005, 1013.
Traynard (E.), 132, 399.
Trépien (Ch.), 874.
Tribondeau (L.), 38, 133, 235, 441, 623.
Tribot (J.), 122, 392, 581.
Triboulet (H.), 579.
Trillat (A.), 184, 235, 292, 346, 347, 485, 535, 537, 706, 1117.

Tripier (R.), 33, 36, 131.
Trotman (S.-R.), 94, 403, 1119.
Trousseau (A.), 857 à 868.
Tschermak (G.), 794.
Tumlirz (O.), 351.
Turchet, 184, 235.
Turchini (S.), 289, 345, 484, 485, 533, 536.
Turnau (R.), 404.
Turner (W.-E.-S.), 491.
Turpain (A.), 835.
Tutin (F.), 350.
Tutton (A.-E.-H.), 662, 1012.
Tymstra Bz. (S.), 140.
Tzitzéica (G.), 132, 233.

U

Uhlig (V.), 795.
Ullmann (G.), 874.
Ulpiani (C.), 296.
Ultée (A.-J.), 796.
Umetaro-Suzuki, 238.
Urbain (G.), 187, 288, 401, 485, 623, 874, 1115, 1117.
Uriarte (L.), 134.
Usher (F. L.), 1013.

V

Vaillant (L.), 657.
Vaillant (P.), 621, 960.
Vaillard, 582.
Valeur (Armand), 129, 621, 622, 658, 709, 742, 743.
Vallée (E.), 621.
Vallée (H.), 37, 400, 581, 789.
Vallier (E.), 1110.
Vallois (L.), 534.
Vamossy (de), 1061.
Vaney (C.), 484, 485.
Van t'Hoff (J.-H.), 239, 398, 540.
Vaquez (H.), 704.
Varenne (E.), 288.
Varet (R.), 622.
Varigny (Henry de), 1054.
Varin (abbé), 292.
Variot, 90, 234, 743.
Vasilescu (V.), 659.
Vassal (J.-J.), 289, 623.
Vaulx (H. de la), 874.
Vautier (Th.), 533.
Veley (V.-H.), 94, 874.
Venditori (D.), 296.
Venturi (A.), 1014.
Vermeulen (H.), 352.
Verneuil (A.), 136, 581.
Véronèse (G.), 444.
Verploegh (H.), 964.
Verschaffelt (J.-E.), 140, 664.
Versluys (W.-A.), 748, 795.
Vessiot (E.), 534.
Viala (P.), 580.
Vidal (E.), 705, 919.
Voille (Paul), 7 à 10.
Vigier (P.), 37.
Vignon (G.), 657.
Vignon (L.), 90, 346, 438, 580.
Vigouroux (E.), 1009, 1057, 1115.
Viguier (C.), 705.
Vila (A.), 184, 289, 401, 438, 533, 657, 1009.
Villar (F.), 622.
Villard (P.), 37, 39, 187, 236, 345.
Villaret (M.), 707.
Ville (J.), 345, 484, 581.
Vincent (C.), 1059.
Vincent (H.), 38, 347, 486, 535, 582, 1055.
Violle (J.), 184, 533, 835.
Visser (A.-W.), 712.
Vitali (G.), 444.
Vies (Fr.), 37.
Vøerman, 549.
Vogel, 540.
Voinov (D.), 290, 440.

Volterra (V.), 296, 444, 793, 1014.
Vosmar (G.-C.-J.), 712.
Voyer (J.), 731 à 737, 850 à 856.
Vranceano (P.), 485, 582.
Vries (E. de), 712.
Vries (J. de), 352, 663, 714, 747.
Vries (H. de), 963.
Vuillemin (P.), 89, 181, 581, 873.

W

Waal (J.-D. van der), 663, 795, 796, 963.
Wade (J.), 1119.
Wadmore (J.-M.), 587.
Waele (H. de), 90.
Walsch (E.), 747.
Wagner (A.), 664, 794.
Wahl (A.), 92, 233, 558 à 568.
Wahl (M.), 187.
Walker (A.-P.), 792.
Walker (C.-E.), 790.
Walker (G.-W.), 349, 585.
Walker (James), 93, 792.
Walker (J.-W.), 1063.
Walker (Mme A. M.), 402.
Wallerant (F.), 133, 233, 438, 485, 1009, 1057.
Walter (H.), 492.
Warburg (E.), 627, 714.
Warcollier (G.), 657, 789.
Ward (G.-J.), 295.
Wassmuth (A.), 492.
Watson (H.-J.), 137.
Watson (W.), 188, 490.
Watteville (C. de), 582, 1110.
Watts (W. Marshall), 1052.
Webb (H.-A.), 93.
Weber (A.), 582, 660, 744.
Webster (C.-S.-St.), 137.
Weeder (J.), 712, 795.
Wegscheider (R.), 492, 794, 1013.
Weil (P. Emile), 622, 659, 706, 707, 960.
Weinberg (B.), 188.
Weinek (L.), 492.
Weisgerber (F.), 497, 578, 632, 634 à 639, 1038 à 1045.
Weiss (S.), 628.
Weiss (G.), 38, 181, 287, 437, 1053.
Weiss (Pierre), 533, 581, 621, 706, 742, 1116.
Welsbach (K. Auer von), 492.
Went (F.-C.-F.), 748.
Wenzel (F.), 1013.
Werner (F.), 139, 295.
Wertheimer (E.), 582, 620.
Wertheimer (F.), 1014.
Wesson (D.), 747.
Weyher (C.-L.), 47.
White (J.), 491.
Whittaker (E.-T.), 661.
Widal, 235, 290.
Wiechowski (S.), 583.
Wielowiecki (H. von), 139.
Wiesner (J.), 404, 795.
Wildeman (E. de), 234.
Wilderman, 136.
Wilkins (Al.), 628.
Wilkie (J.-M.), 793.
William (W.-S.), 793.
Willows (R.-S.), 187.
Wilson (H.-A.), 710, 1119.
Wilson (W.-E.), 586, 875.
Wind (C.-H.), 1120.
Winkler (C.), 240, 748.
Wintrebret (L.), 288.
Wintrebret (P.), 90, 623, 660, 743, 1011, 1116.
Wittmann (J.), 239.
Witz (A.), 530, 1052.
Wolf (J.), 37, 90, 438, 534, 581.
Wood (J.), 587.
Wood (R.-W.), 792.
Worden (E.-C.), 295.
Worley (F.-P.), 792.
Wurtz (R.), 660.
Wyk (H.-J. Van), 664.
Wynne (W.-P.), 350, 443.

Wyrouboff (G.), 1061.
 Wysman (H.-P.), 712.

Y

Yersin, 582.
 Young (G.), 539.
 Young (Sydney), 342.
 Young (W.-J.), 711.
 Yourewitch, 347.
 Yung (E.), 398.
 Yvert (A.), 704, 1113.

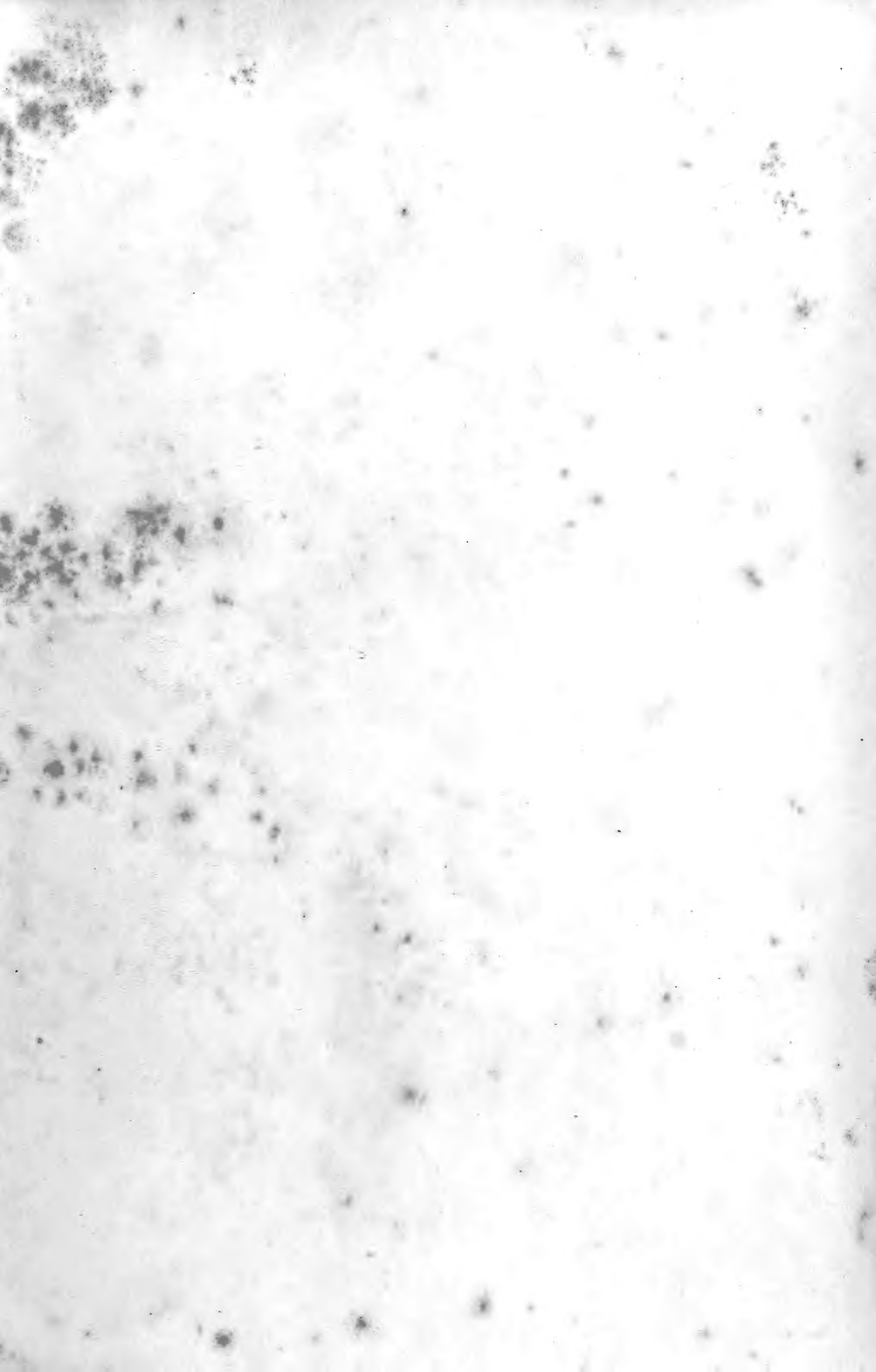
Z

Zaalberg (A.-L.), 712.
 Zabłudowski, 49.
 Zahradnik (L.), 492.
 Zalackas (C.), 345.
 Zambonini, 138.
 Zammit (T.), 876.
 Zangger (H.), 400.
 Zeeman (P.), 440, 748.
 Zehnder (L.), 43.

Zeiller (R.), 398, 638, **718 à 727**.
 Zellner (J.), 443.
 Zemplen (G.), 1009.
 Zervos (P.), 438, 874.
 Zeuthen (H.-G.), 284.
 Zimmermann (S.), 747.
 Zipser (A.), 794.
 Zograf (N. de), 1114.
 Zölss (B.), 239.
 Zoretta, 1057.
 Zwaardemaker (H.), 240, 748, 1120.
 Zwerger (R.), 1014.









MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 04479

